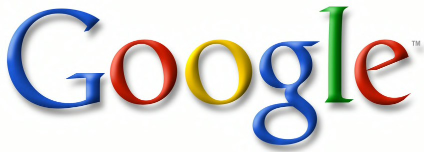





HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED BY CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892

13 8.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. F. H. Haenlein und **Prof. Dr. Chr. Luerssen**
Freiberg (Sachsen). Königsberg i. Pr.

(Heft Nr. 15.)

Dr. C. R. G. Schumann:
Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen.
Mit 5 Tafeln.



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1889.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. F. H. Haenlein und **Prof. Dr. Chr. Luerssen**
Freiberg (Sachsen). **Königsberg i. Pr.**

(Heft Nr. 15.)

Dr. C. R. G. Schumann:
Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen.

Mit 5 Tafeln.



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1889.

#

Anatomische Studien

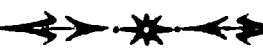
über die

Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen.

Von

Dr. C. R. G. Schumann,
Kgl. preuss. Forstassessor.

Mit 5 Tafeln.



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1889.

Berichtigungen.

Seite 29, Zeile 10 v. u. lies statt 9: **8**; statt 10: **9**.
— Zeile 9 v. u. lies statt 11: **10**.
— Zeile 4 v. u. lies statt 13: **12**.
— Zeile 3 v. u. lies statt 14: **13**; statt 15: **14**.
Seite 31, Zeile 4 v. o. lies statt Fig. 30 und 31: Fig. **26** und **27**.
— Zeile 9 v. o. lies statt Fig. 33: Fig. **29**.

Uebersicht der Literatur.

---

1) F. W. C. Arechoug, Växtanatomiska undersökningar II. Om den inre byggnaden i de trädartade växternas knoppfjäll. Föredrag i Fysiografiska Sällskapet d. 10. Maj 1871.

2) Karl Mikosch, Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dicotyler Holzgewächse. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, math.-nat. Klasse, Band 74, 1. Abtheilung. Wien 1876.

3) K. Göbel, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Botanische Zeitung 1880. Nr. 45—50.

4) Adlerz, Bidrag till knoppfjällens anatomi hos träd och buskartade växter. Akadémisch afhandling (etc.) Stockholm 1881.

5) Joh. Grüss, Die Knospenschuppen der Coniferen und deren Anpassung an Standort und Klima. Inaugural-Dissertation. Berlin 1885.

6) R. Cadura, Physiologische Anatomie der Knospendecken dicotyler Laubbäume. Inaugural-Dissertation. Breslau 1886.

7) Johannes Hanstein, Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Botanische Zeitung 1868, Nr. 43 – 46.

8) F. Hildebrand, Die Lebensverhältnisse der Oxalisarten. Jena 1884.

9) Grisebach, Die Vegetation der Erde. II. Auflage.

Verzeichniss der untersuchten Arten.

1. Abies pectinata DC.
2. „ Douglasii Lindl.
3. Acer platanoides L.
4. „ pseudoplatanus L.
5. „ striatum Lam.
6. „ campestre L.
7. „ dasycarpum Ehrh.
8. Aesculus hippocastanum L.
9. „ macrostachya Michx.
10. Ailantus glandulosa Desf.
11. Alnus glutinosa Gaertn.
12. „ incana DC.
13. „ viridis DC.
14. Amelanchier vulgaris Mönch.
15. Ampelopsis hederacea Michx.
16. Aristotelia Maqui L'Herit.
17. Asimina triloba L.
18. Azalea indica L.
19. „ mollis Bl.
20. „ grandiflora (indica) L.
21. „ pontica L.
22. Berberis vulgaris L.
23. Betula verrucosa Ehrh.
24. Broussonetia papyrifera L.
25. Camellia japonica L.
26. Camphora officinalis N. v. E.
27. Carpinus americana Michx.
28. „ betulus L.
29. Carya alba Michx. u. C.
30. Castanea vesca Gaertn.
31. Cedrus atlantica Manetti.
32. Celtis australis L.
33. Cimicifuga foetida L.
34. Cornus mas L.
35. Corylus avellana L.
36. „ Colurna L.
37. Crataegus coccinea L.
38. „ crus galli L.
39. „ oxyacantha L.
40. Cycas revoluta L.
41. Cytisus Laburnum L.
42. Daphne mezereum L.
43. Dimorphanthus mandschuricus Maxim.
44. Dioon edule Lindl.
45. Encephalartos horridus Lehm.
46. Evonymus europaeus L.
47. „ latifolius Scop.
48. Fagus atropurpurea Hort.
49. „ ferruginea Ait.
50. „ silvatica L.
51. Forsythia suspensa Thunb.
52. „ viridissima Lindl.
53. Fraxinus excelsior L.
54. Hakea suaveolens R. Br.
55. Ilex aquifolium L.
56. Juglans cinerea L.
57. „ regia L.
58. Kerria japonica DC.
59. Larix europaea DC.
60. Laurus nobilis L.
61. Ledum palustre L.
62. „ latifolium Ait.
63. Liriodendron tulipifera L.
64. Magnolia acuminata L.
65. „ grandiflora L.
66. „ Yulan Desf.
67. Mahonia aquifolium Nutt.
68. Ostrya carpinifolia Scop.
69. Paeonia arborea Don.
70. Pavia rubra Lam.
71. Picea excelsa Lk.
72. Pinus austriaca Tratt.
73. „ Mughus Scop.
74. „ silvestris L.
75. „ strobus L.
76. Pirus communis L.
77. „ coronaria L.
78. „ Malus L.
79. „ baccata L.
80. Platanus orientalis L.
81. Populus alba L.
82. „ graeca Ait.
83. „ dilatata Ait.
84. „ nigra L.
85. „ tremula L.
86. Prunus Cerasus L.
87. „ domestica L.
88. „ avium L.
89. Quercus pedunculata Ehrh.
90. „ Prinos L.
91. „ sessiliflora Sm.
92. Raphiolepis indica Lindl.
93. Rhamnus cathartica L.

94. Rhododendron davuricum L.
95. „ hirsutum L.
96. „ cinnamomeion Wall.
97. „ Cunninghami White.
98. „ ponticum L.
99. Rhodora canadensis L.
100. Rhus Cotinus L.
101. „ typhina L.
102. Ribes alpinum L.
103. „ aureum Pursh.
104. „ rubrum L.
105. „ sanguineum Pursh.
106. „ nigrum L.
107. Rosa canina L.
108. Rubus fruticosus L.
109. „ odoratus L.
110. Salisburia adiantifolia Sm.
111. Salix Caprea L.
112. Sassafras officinalis Nees.
113. Sambucus nigra L.
114. „ racemosa L.
115. Sorbus Aria Crtz.
116. „ aucuparia L.
117. „ americana Willd.
118. „ domestica L.
119. „ torminalis Crtz.
120. Spiraea sorbifolia L.
121. Staphylea pinnata L.
122. Syringa chinensis Willd.
123. „ Josicaea Jacq.
124. „ persica L.
125. „ vulgaris L.
126. Taxus baccata L.
127. Tilia alba Ait.
128. „ grandifolia Ehrh.
129. „ parvifolia Ehrh.
130. Ulmus effusa Willd.
131. „ campestris L.
132. Viburnum Opulus L.
133. Virgilia lutea Michx.
134. Viscum album L.
135. Vitis vinifera L.

Druck von Friedr. Scheel, Cassel.

Einleitung.

Die älteste speciellere Arbeit über Knospenschuppen und deren anatomischen Bau, welche ich in der Literatur habe finden können, ist die von Arechoug. Dieselbe ist den übrigen Bearbeitern des gleichen Thema's augenscheinlich unbekannt geblieben. Arechoug hat 16 europäische Holzarten genauer und nebenher noch eine Reihe anderer, namentlich auch Nadelhölzer, untersucht. Er kommt zu dem Resultat, dass die Knospenschuppen bald vornehmlich aus Bastelementen bestehen (*Cupuliferen* und *Pappeln*), bald eine äussere Korkschicht vorhanden ist (*Ulmus montana*), dass ferner die äussere Seite der epidermalen Zellen sehr stark verdickt sein kann (Nadelhölzer), oder dass schliesslich — bei noch anderen Arten — keiner der genannten Fälle eintritt; für diese letzteren bemüht er sich, Beziehungen zur Baumrinde nachzuweisen.

Mikosch hat zum Theil dieselben Holzarten untersucht, doch auch neue, namentlich eine Anzahl Sträucher. Er giebt ausser einem Ueberblick über die anatomischen Verhältnisse der von ihm untersuchten Knospenschuppen auch ein morphologisch-entwicklungsgeschichtliches Kapitel. In der Einleitung stellt er zusammen, was frühere Forscher über unsern Gegenstand berichten; es sind durchweg nur kurze Bemerkungen, die gelegentlich in Hand- und Lehrbüchern gemacht wurden. Ich brauche dieselben hier nicht zu wiederholen, da sie nichts Wesentliches enthalten.

Adlerz bringt die von ihm, Arechoug und Mikosch berücksichtigten Holzarten nach dem anatomischen Bau ihrer Knospenschuppen in 7 Typen unter, welche er nach einer besonders charakteristischen Holzart benennt, z. B. Prunustypus, Abiestypus etc. Diese Typen stellt er dann wieder zu grösseren Gruppen zusammen und kommt schliesslich der Hauptsache nach zu dem Resultat, dass es secretführende, sklerenchymführende und korkführende Schuppen giebt. Diese Eintheilung erscheint mit Recht auffallend, und der Verfasser versteht unter secretführenden Schuppen wahrscheinlich solche, deren Gewebe zumeist aus Parenchym mit eingelagerten Secretbehältern besteht.

Grüss macht den Versuch, zwischen dem anatomischen Bau der Schuppen und der geographischen Verbreitung der Nadelhölzer Beziehungen zu finden und die in dem ersteren auftretenden Verschiedenheiten als Anpassungen an Standort und Klima zu deuten.

Cadura, dem ebenso, wie dem Vorgenannten, die Adlerz'sche Arbeit unbekannt geblieben ist, macht einen ähnlichen Versuch, wie der letztere, nämlich die von ihm untersuchten (dicotylen) Holzgewächse nach dem anatomischen Bau ihrer Knospenschuppen zu klassificiren. Er bringt 17 Arten in 4 Gruppen und unterscheidet collenchymatische, parenchymatische, peridermatische und stereidische Tegmente. Er zerfällt also die erste Adlerz'sche Gruppe in zwei neue, die beiden andern sind identisch.

Cadura stellt sich, wie er auf Seite 1 angiebt, in seiner Betrachtungsweise auf den physiologisch-anatomischen Standpunkt, ob mit Geschick und Glück, lasse ich dahingestellt.

Es könnte nach den vorangegangenen Arbeiten überflüssig erscheinen, sich nochmals eingehender mit den Knospenschuppen zu beschäftigen, wie ich es gethan habe. Indessen muss ich hervorheben, dass die angeführten Abhandlungen — abgesehen von der Grüss'schen, welche andere Zwecke verfolgt — die Anatomie der Knospenschuppen doch ziemlich lückenhaft behandeln, weil sie nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von Holzarten berücksichtigen. Ich bin deshalb bemüht gewesen, diesem Mangel wenigstens einigermassen abzuhelfen, und habe meine Untersuchungen nach Möglichkeit, d. h. soweit Zeit und Material es gestatteten, ausgedehnt. Es ist mir, wie man sehen wird, solcherweise gelungen, nicht nur manche interessante, bisher nicht beschriebene Einzelheiten zu finden, sondern auch das nöthige Material zu einer eingehenderen uud vollständigeren anatomischen Beschreibung der Knospenschuppen von Holzgewächsen zu sammeln. Um aber einigermassen vollständig sein zu können, werde ich auch diejenigen Holzarten nicht vernachlässigen können, welche von Mikosch etc. schon behandelt wurden, namentlich die wichtigeren Familien, wie Cupuliferen, Coniferen u. a. m.

Was die Anordnung des Stoffes betrifft, so schien es mir nicht empfehlenswerth, die einzelnen Holzarten mehr oder weniger zusammenhanglos hintereinander zu besprechen und dann das Wichtigste am Schluss zusammenzufassen; vielmehr habe ich eine vergleichende Darstellung vorgezogen. Diese umfasst den ersten, speciellen Theil der vorliegenden Arbeit, während man in dem zweiten kürzeren die gewonnenen Resultate zusammengestellt findet.

I. Specielle Untersuchungen.

Die Epidermis.

Da die Knospenschuppen die zarten Vegetationsspitzen der Holzgewächse während einer kürzeren oder längeren Ruheperiode des Wachsthums nach aussen hin erfolgreich abschliessen sollen, so ist es vor allen Dingen nothwendig, dass dieselben namentlich an ihrer äusseren Fläche (der morphologischen Unterseite) von einer zweckentsprechenden Epidermis überkleidet sind, welche vor allen Dingen spaltöffnungslos sein muss. Das ist in der That im Allgemeinen der Fall: Spaltöffnungen lassen sich an der Aussenseite fast nirgends, auch nicht in rudimentärem Zustande entdecken. Vielmehr stehen die einzelnen Zellen der Epidermis untereinander in lückenlosem Verbande und zeigen einen sehr gleichmässigen Bau. Nur bei den (eigentlich Hochblätter zu nennenden) Schuppen, welche die Blüthenknospen der *Rhodoraceen* einhüllen, ist es mir gelungen, auf der Aussenseite Spaltöffnungen von ganz normalem Bau aufzufinden; indessen waren sie auch hier nur in geringer Zahl vorhanden. Mikosch erwähnt ausserdem Spaltöffnungen an den Knospenschuppen von *Platanus*. Und bei *Liriodendron tulipifera* ist die ganze Aussenseite der Schuppen mit allerdings nicht fertig ausgebildeten Spaltöffnungen versehen, was aber um so weniger Wunder nehmen kann, als wir es ja hier, wie bekannt, nicht mit eigentlichen

Knospenschuppen, sondern nur mit etwas derber als gewöhnlich gebauten Nebenblättern zu thun haben, welche die Function von Knospenschuppen übernommen haben.

Die Gestalt der Epidermiszellen ist verschieden; nicht selten sind sie isodiametrisch *(Magnolia, Camellia, Pirus, Platanus)*, öfter aber tafelförmig platt *(Rhododendron, Azalea, Ledum palustre)* oder in der Längsrichtung der Schuppe gestreckt *(Viburnum, Fagus, Azalea)*. Die längsten fand ich bei den Nadelhölzern, speciell bei den Gattungen *Picea* und *Pinus* (Fig. 7), wo sie etwa 9 mal so lang als breit sind und mit graden oder schräg gestellten Querwänden endigen. Nur selten erscheinen sie auch senkrecht zur Fläche der Schuppe gestreckt; dies ist jedoch der Fall im mittleren Theile der Tegmente von *Picea excelsa* (Fig. 16) und bei *Abies pectinata* und einigen anderen Tannenarten. Grüss giebt für *Picea excelsa* die Abbildung eines Querschnitts, in welchem die Epidermiszellen über 4 mal so hoch als breit sind. Ich habe das jedoch trotz alles Nachsuchens niemals finden können und vermuthe, dass ihm ein schiefer Schnitt vorgelegen hat. Nach Mikosch sind die Epidermiszellen bei *Tilia argentea* senkrecht zur Oberfläche ziemlich lang gestreckt.

An absoluter Grösse stehen die Epidermiszellen denen des Grundgewebes stets nach. Sehr gering ist dieselbe z. B. bei *Rubus odoratus*; in den meisten Fällen setzt die Epidermis sehr deutlich gegen das Grundgewebe ab, in nur geringem Grade ist dies der Fall bei den Nadelhölzern.

Die Wände der Epidermiszellen sind mehr oder weniger verdickt. Eine Ausnahme hiervon macht z. B. *Fagus silvatica*, wo sie ganz dünn sind. Am mächtigsten wird die Verdickungsschicht an der Aussenseite; nur bei *Aesculus neglecta* ist nach Mikosch die Innenseite der Epidermiszellen stärker verdickt als die äussere; allerdings ist nach der Figur, die er dafür giebt, der Unterschied nur gering. Im Uebrigen ist die Verdickung bald sehr schwach, bald mässig stark, bald auch sehr bedeutend. Gering und kaum gegen die des inneren Gewebes der Schuppe sich abhebend, ist sie bei den meisten *Ribes*-Arten, *Daphne Mezereum, Rosa canina;* ein wenig stärker bei den *Laurineen, Rhodoraceen, Camelliaceen, Cornus, Rhus, Platanus*, bemerkbarer schon bei den *Cycadeen*, bei *Tilia*, *Sassafras*, *Prunus*, am mächtigsten bei *Amelanchier vulgaris, Staphylea pinnata*, *Pirus, Acer, Syringa, Viburnum Opulus*, *Sorbus, Salix* und den meisten *Coniferen*. Mitunter beschränkt sich die Verdickung auf die Aussenseite der Zellen *(Sorbus americana* Fig. 11, *Viscum album* Fig. 1); bei der Weisstanne tritt dies namentlich deutlich hervor (Taf. I, Fig. 8). Meist jedoch werden auch die zur Oberfläche senkrecht stehenden Zellwände verdickt und zwar so, dass dieselben ein mehr oder weniger keilförmiges Ansehen bekommen *(Salix Caprea, Sorbus Aria, Pirus Malus, Acer striatum*; Fig. 2—5).

Schliesslich kann sich die Verdickung auch auf den ganzen Umfang der Zellen ausdehnen *(Pinus silvestris* Fig. 19, Taf. II und *Picea excelsa* I, Fig. 15 und 16 und in dem oberen Theil der Schuppe bei der Tanne — *A. pectinata* — I, Fig. 9 u. 10). Aber auch dann fällt, wie die angeführten Figuren zeigen, die stärkste Verdickung der Aussenseite zu.

Auf dünnen Querschnitten zeigen diese verdickten Epidermiszellwände eine in mehrfacher Hinsicht verschiedene Beschaffenheit. Meist sind sie farblos, in manchen Fällen jedoch erscheinen sie gelb gefärbt *(Salix Caprea)*; am intensivsten ist diese Färbung bei *Viburnum Opulus* und namentlich bei *Viscum album*. Schichtung ist sehr deutlich wahrzunehmen bei der eben genannten Art (Fig. 1, Taf. I), oft aber auch gar nicht, oder kaum zu unterscheiden *(Sorbus americana* Fig. 11, Taf. I); vielmehr macht es dann den Eindruck, als sei die Epidermis von einer sehr dicken homogenen Haut überzogen. Göbel sagt in seinen „Beiträgen zur Morphologie und Physiologie des Blattes“: „Sehr auffällig ist der Unter-

schied der Cuticula in dem bedeckten und dem nicht bedeckten Theile einer grösseren, oberen Schuppe: die Dicke der letzteren übertrifft die der ersteren um ein Mehrfaches." Er scheint hier der Bezeichnung Cuticula eine etwas weitere Bedeutung zu geben, als man dies gewöhnlich thut, und darunter die ganze äussere Verdickungsschicht der Epidermis verstehen zu wollen; denn eine eigentliche Cuticula sind diese Verdickungen nicht. Man sieht in manchen Fällen an der Art der Schichtung deutlich, dass sie durch secundäres Wachsthum der Zellwand entstanden sind, was bei der Behandlung mit Chlorzinkjod noch deutlicher hervortritt, am besten aber bei *Pirus Malus* (Fig. 3) zu erkennen ist. Hier durchsetzt nämlich nicht selten von dem übrig gebliebenen Zelllumen aus ein feiner Kanal den grössten Theil der äusseren Verdickungsschicht; derselbe repräsentirt den Rest des Anfangs bedeutend grösseren Zelllumens.

Diese äusseren Verdickungsschichten sind cuticularisirt und zwar in allen von mir untersuchten Fällen bis an das Zelllumen heran; über die keilartig oder zapfenförmig verdickten Querwände hinaus erstreckt sich die Verkorkung nur ganz ausnahmsweise weiter nach innen; wo dieselben dünn bleiben, sind auch sie unverkorkt (*Sorbus americana*, *Viscum album*). Das Verhalten der Cuticularschichten gegen Chlorzinkjod ist nicht immer dasselbe. Bei *Acer striatum* z. B. färbt sich nach Einwirkung des genannten Reagens zuerst die innerste Schicht der Verdickung intensiv braun, während die äusseren einen successive helleren Ton annehmen, ohne dass man scharf abgesetzte Grenzen zwischen ihnen erkennen könnte. Erst nach einiger Zeit wird auch nach aussen hin die Färbung dunkler. Bei *Sorbus Aria* hingegen nimmt zuerst die ganze Verdickungsschicht eine gleichmässig gelbe Farbe an, sehr bald wird dann der innere Theil braun, während der äussere erst allmählich nachdunkelt. Bei *Salix Caprea* färbt sich ebenfalls die innere Hälfte dunkler als die äussere, beide sind aber hier ziemlich deutlich gegen einander abgesetzt. Abweichend von diesem Verhalten bei den Laubhölzern färbt sich die Epidermis bei *Pinus*, *Picea* und *Abies* mit schwefelsaurem Anilin intensiv gelb, erweist sich demnach als verholzt. Uebrigens giebt Mikosch an, dass er auch in den Oberhautzellen von *Aesculus neglecta* und *Fagus silvatica* grössere oder geringere Mengen von Holzsubstanz gefunden hat. Für die letztere Art möchte ich das bezweifeln und vermuthen, dass Mikosch die sehr dünnwandige, leicht zu übersehende Oberhaut nicht bemerkt und die äusserste Lage des unter ihr vorhandenen Sklerenchyms für die Epidermis gehalten hat.

In den allermeisten Fällen sind die Verdickungsschichten der Epidermis nicht von Porenkanälen durchsetzt, eine bemerkenswerthe Ausnahme aber machen hier wieder viele Nadelhölzer. Fig. 7 zeigt einen optischen Flächenschnitt aus der Epidermis einer kräftigen Schuppe von *Pinus silvestris*. Die Wandverdickungen sind hier von spaltenförmigen Tüpfeln durchsetzt, welche sehr lang gestreckt erscheinen, oft um den halben, nicht selten sogar um den ganzen Zellumfang herumlaufen und meist oder wenigstens durchschnittlich senkrecht zur Längsrichtung der Zellen und der ganzen Schuppen liegen. Bei *a*, *b*, und *c* (Fig. 7) erscheinen sie im Querschnitt und lassen sich von da aus in diesem Falle unterhalb der Bildebene, bei anderer Einstellung der Linse über derselben als helle Linien weiter verfolgen. Mitunter sind sie auch in den kurzen Querwänden bemerkbar. Auf Querschnitten treten sie wenig hervor, weil sie dann meist ihrer ganzen Ausdehnung nach in der Schnittfläche liegen. Doch sind sie auf dünnen Schnitten immerhin noch zu sehen, wie Fig. 19 zeigt. Dieselben Tüpfel kommen in ganz ähnlicher Weise auch bei *Picea excelsa*, *Abies pectinata* u. a. m. vor. Für *Pinus silvestris* ist noch zu bemerken, dass die ursprüngliche Zellmembran, welche in der Mitte zwischen den Verdickungsschichten benachbarter Zellen deutlich sichtbar ist, schwach gewellt erscheint.

Man würde irren, wollte man glauben, dass die Epidermis auf der ganzen Aussenseite einer Knospenschuppe gleichmässig gebaut sei; vielmehr ist hervorzuheben, dass alles bisher Gesagte sich

lediglich auf die mittlere Partie einer Schuppe bezieht. Nur in denjenigen Fällen, wo die äussere Bekleidung der Knospe von einer einzigen Schuppe *(Platanus, Magnolia, Salix)* oder von einem Paar mit den Rändern aneinander schliessender Schuppen *(Acer striatum, Staphylea pinnata)* gebildet wird, ist es nothwendig, dass die Epidermis (wie auch das Innere) vom Grunde derselben bis zur Spitze und zu den Kanten oder besser Rändern annähernd gleichartig gebaut ist. Gewöhnlich aber sind mehr als zwei äussere Schuppen vorhanden, welche dann umgekehrt dachziegelartig liegen, so dass der untere Theil einer jeden von einer oder mehreren der vorhergehenden, tiefer stehenden, bedeckt werden muss. In diesem bedeckten Theil, der also mit der Luft nicht in directe Berührung tritt, ist die Verdickung der Epidermiszellen, wie schon Göbel bemerkt, stets bedeutend geringer als in dem oberen freien. Dieselbe nimmt vom Grunde nach der Mitte hin allmählich zu, erreicht hier ein Maximum, welches sie einige Zeit beibehält und nimmt nach den Rändern und der Spitze zu wieder etwas ab, ohne jedoch in letzterer Richtung immer ganz aufzuhören. Querschnittserien durch die verschiedenen Regionen einer Knospenschuppe zeigen daher meist recht verschiedene Bilder. Göbel hat dies für den inneren Bau einer Schuppe von *Pinus austriaca* gezeigt, es lässt sich aber auch für die Epidermis im Besonderen nachweisen. Fig. 8, 9 und 10 (Taf. I) zeigen z. B. Querschnitte aus dem unteren, mittleren und oberen Theil der Oberhaut einer Tannenschuppe *(Abies pectinata)*. In dem ersteren ist nur die Aussenseite der Zellen helmartig verdickt, in dem mittleren erstreckt sich die Verdickung meist auch auf die seitliche und innere Wand, so dass die Zellen ein mehr oder weniger spitzbogenartiges Aussehen erhalten; in dem am höchsten geführten Schnitt endlich ist die Verdickung an der Aussenseite geringer, sonst aber gleichmässiger geworden.

Bei *Picea excelsa*, um noch ein zweites Beispiel zu geben, sind in dem oberen Theil der Schuppe die Zellwände der Epidermis weniger, aber regelmässiger verdickt (Fig. 15) wie in dem mittleren (Fig. 16), auch sind die Zellen dort nicht mehr so hoch wie hier. Bei *Pinus silvestris* werden die Epidermiszellen nach den Flügeln und der Spitze zu niedriger und kleiner, als Fig. 19 für den mittleren Theil zeigt, ihr Lumen dagegen grösser und die Verdickung ihrer Wände, die in der Mitte das Lumen fast völlig verdrängte, beschränkt sich hier schliesslich auf die Aussenseite. Dasselbe gilt für die Laubhölzer mit mehr als zwei äusseren Knospenschuppen und starker Verdickung der Epidermis (*Syringa* u. a.).

Die inneren, von der Luft durch die äusseren getrennten Schuppen besitzen eine weit weniger kräftig ausgebildete Oberhaut, als wir sie bei jenen gefunden haben und zeigen zum Theil ähnliche Uebergänge, wie man sie in einer äusseren Schuppe von der Mitte nach dem Rande hin zu unterscheiden vermag. Auch tragen sie häufig Spaltöffnungen, sind überhaupt nach innen successive zarter gebaut.

Die Epidermis der Innenseite (morphologischen Oberseite) der Knospenschuppen ist in der Regel von derjenigen der Unterseite wesentlich verschieden. Zunächst ist die Verdickung der Zellwände hier stets geringer als dort. Stark cuticularisirte Schichten kommen nicht vor, vielmehr färben sich die Zellwände mit Jod und Schwefelsäure blau oder zeigen doch nur geringe Verkorkung. In einzelnen Fällen greifen die Verdickungen der äusseren Epidermis nach innen über, namentlich gegen die Spitze der Schuppe hin *(Picea excelsa)*. Bei den *Cycadeen* ist die Oberhaut beider Seiten ziemlich gleichmässig gebaut. Im Allgemeinen ist das aber, wie gesagt, nicht der Fall. Man vergleiche zudem Fig. 8, 9 und 10 mit 12, 13 und 14, von denen jene Querschnitte aus der äusseren, diese solche aus der inneren Epidermis einer Schuppe von *Abies pectinata* darstellen. Ferner treten auf der Oberseite oft schon der äussersten Schuppen nicht selten Spaltöffnungen auf, und zwar nicht nur bei *Syringa*, *Acer striatum*,

schied der Cuticula in dem bedeckten und dem nicht bedeckten Theile einer grösseren, oberen Schuppe: die Dicke der letzteren übertrifft die der ersteren um ein Mehrfaches." Er scheint hier der Bezeichnung Cuticula eine etwas weitere Bedeutung zu geben, als man dies gewöhnlich thut, und darunter die ganze äussere Verdickungsschicht der Epidermis verstehen zu wollen; denn eine eigentliche Cuticula sind diese Verdickungen nicht. Man sieht in manchen Fällen an der Art der Schichtung deutlich, dass sie durch secundäres Wachsthum der Zellwand entstanden sind, was bei der Behandlung mit Chlorzinkjod noch deutlicher hervortritt, am besten aber bei *Pirus Malus* (Fig. 3) zu erkennen ist. Hier durchsetzt nämlich nicht selten von dem übrig gebliebenen Zelllumen aus ein feiner Kanal den grössten Theil der äusseren Verdickungsschicht; derselbe repräsentirt den Rest des Anfangs bedeutend grösseren Zelllumens.

Diese äusseren Verdickungsschichten sind cuticularisirt und zwar in allen von mir untersuchten Fällen bis an das Zelllumen heran; über die keilartig oder zapfenförmig verdickten Querwände hinaus erstreckt sich die Verkorkung nur ganz ausnahmsweise weiter nach innen; wo dieselben dünn bleiben, sind auch sie unverkorkt *(Sorbus americana, Viscum album)*. Das Verhalten der Cuticularschichten gegen Chlorzinkjod ist nicht immer dasselbe. Bei *Acer striatum* z. B. färbt sich nach Einwirkung des genannten Reagens zuerst die innerste Schicht der Verdickung intensiv braun, während die äusseren einen successive helleren Ton annehmen, ohne dass man scharf abgesetzte Grenzen zwischen ihnen erkennen könnte. Erst nach einiger Zeit wird auch nach aussen hin die Färbung dunkler. Bei *Sorbus Aria* hingegen nimmt zuerst die ganze Verdickungsschicht eine gleichmässig gelbe Farbe an, sehr bald wird dann der innere Theil braun, während der äussere erst allmählich nachdunkelt. Bei *Salix Caprea* färbt sich ebenfalls die innere Hälfte dunkler als die äussere, beide sind aber hier ziemlich deutlich gegen einander abgesetzt. Abweichend von diesem Verhalten bei den Laubhölzern färbt sich die Epidermis bei *Pinus*, *Picea* und *Abies* mit schwefelsaurem Anilin intensiv gelb, erweist sich demnach als verholzt. Uebrigens giebt Mikosch an, dass er auch in den Oberhautzellen von *Aesculus neglecta* und *Fagus silvatica* grössere oder geringere Mengen von Holzsubstanz gefunden hat. Für die letztere Art möchte ich das bezweifeln und vermuthen, dass Mikosch die sehr dünnwandige, leicht zu übersehende Oherhaut nicht bemerkt und die äusserste Lage des unter ihr vorhandenen Sklerenchyms für die Epidermis gehalten hat.

In den allermeisten Fällen sind die Verdickungsschichten der Epidermis nicht von Porenkanälen durchsetzt, eine bemerkenswerthe Ausnahme aber machen hier wieder viele Nadelhölzer. Fig. 7 zeigt einen optischen Flächenschnitt aus der Epidermis einer kräftigen Schuppe von *Pinus silvestris*. Die Wandverdickungen sind hier von spaltenförmigen Tüpfeln durchsetzt, welche sehr lang gestreckt erscheinen, oft um den halben, nicht selten sogar um den ganzen Zellumfang herumlaufen und meist oder wenigstens durchschnittlich senkrecht zur Längsrichtung der Zellen und der ganzen Schuppen liegen. Bei *a*, *b*, und *c* (Fig. 7) erscheinen sie im Querschnitt und lassen sich von da aus in diesem Falle unterhalb der Bildebene, bei anderer Einstellung der Linse über derselben als helle Linien weiter verfolgen. Mitunter sind sie auch in den kurzen Querwänden bemerkbar. Auf Querschnitten treten sie wenig hervor, weil sie dann meist ihrer ganzen Ausdehnung nach in der Schnittfläche liegen. Doch sind sie auf dünnen Schnitten immerhin noch zu sehen, wie Fig. 19 zeigt. Dieselben Tüpfel kommen in ganz ähnlicher Weise auch bei *Picea excelsa*, *Abies pectinata* u. a. m. vor. Für *Pinus silvestris* ist noch zu bemerken, dass die ursprüngliche Zellmembran, welche in der Mitte zwischen den Verdickungsschichten benachbarter Zellen deutlich sichtbar ist, schwach gewellt erscheint.

Man würde irren, wollte man glauben, dass die Epidermis auf der ganzen Aussenseite einer Knospenschuppe gleichmässig gebaut sei; vielmehr ist hervorzuheben, dass alles bisher Gesagte sich

lediglich auf die mittlere Partie einer Schuppe bezieht. Nur in denjenigen Fällen, wo die äussere Bekleidung der Knospe von einer einzigen Schuppe *(Platanus, Magnolia, Salix)* oder von einem Paar mit den Rändern aneinander schliessender Schuppen *(Acer striatum, Staphylea pinnata)* gebildet wird, ist es nothwendig, dass die Epidermis (wie auch das Innere) vom Grunde derselben bis zur Spitze und zu den Kanten oder besser Rändern annähernd gleichartig gebaut ist. Gewöhnlich aber sind mehr als zwei äussere Schuppen vorhanden, welche dann umgekehrt dachziegelartig liegen, so dass der untere Theil einer jeden von einer oder mehreren der vorhergehenden, tiefer stehenden, bedeckt werden muss. In diesem bedeckten Theil, der also mit der Luft nicht in directe Berührung tritt, ist die Verdickung der Epidermiszellen, wie schon Göbel bemerkt, stets bedeutend geringer als in dem oberen freien. Dieselbe nimmt vom Grunde nach der Mitte hin allmählich zu, erreicht hier ein Maximum, welches sie einige Zeit beibehält und nimmt nach den Rändern und der Spitze zu wieder etwas ab, ohne jedoch in letzterer Richtung immer ganz aufzuhören. Querschnittserien durch die verschiedenen Regionen einer Knospenschuppe zeigen daher meist recht verschiedene Bilder. Göbel hat dies für den inneren Bau einer Schuppe von *Pinus austriaca* gezeigt, es lässt sich aber auch für die Epidermis im Besonderen nachweisen. Fig. 8, 9 und 10 (Taf. I) zeigen z. B. Querschnitte aus dem unteren, mittleren und oberen Theil der Oberhaut einer Tannenschuppe *(Abies pectinata)*. In dem ersteren ist nur die Aussenseite der Zellen helmartig verdickt, in dem mittleren erstreckt sich die Verdickung meist auch auf die seitliche und innere Wand, so dass die Zellen ein mehr oder weniger spitzbogenartiges Aussehen erhalten; in dem am höchsten geführten Schnitt endlich ist die Verdickung an der Aussenseite geringer, sonst aber gleichmässiger geworden.

Bei *Picea excelsa*, um noch ein zweites Beispiel zu geben, sind in dem oberen Theil der Schuppe die Zellwände der Epidermis weniger, aber regelmässiger verdickt (Fig. 15) wie in dem mittleren (Fig. 16), auch sind die Zellen dort nicht mehr so hoch wie hier. Bei *Pinus silvestris* werden die Epidermiszellen nach den Flügeln und der Spitze zu niedriger und kleiner, als Fig. 19 für den mittleren Theil zeigt, ihr Lumen dagegen grösser und die Verdickung ihrer Wände, die in der Mitte das Lumen fast völlig verdrängte, beschränkt sich hier schliesslich auf die Aussenseite. Dasselbe gilt für die Laubhölzer mit mehr als zwei äusseren Knospenschuppen und starker Verdickung der Epidermis (*Syringa* u. a.).

Die inneren, von der Luft durch die äusseren getrennten Schuppen besitzen eine weit weniger kräftig ausgebildete Oberhaut, als wir sie bei jenen gefunden haben und zeigen zum Theil ähnliche Uebergänge, wie man sie in einer äusseren Schuppe von der Mitte nach dem Rande hin zu unterscheiden vermag. Auch tragen sie häufig Spaltöffnungen, sind überhaupt nach innen successive zarter gebaut.

Die Epidermis der Innenseite (morphologischen Oberseite) der Knospenschuppen ist in der Regel von derjenigen der Unterseite wesentlich verschieden. Zunächst ist die Verdickung der Zellwände hier stets geringer als dort. Stark cuticularisirte Schichten kommen nicht vor, vielmehr färben sich die Zellwände mit Jod und Schwefelsäure blau oder zeigen doch nur geringe Verkorkung. In einzelnen Fällen greifen die Verdickungen der äusseren Epidermis nach innen über, namentlich gegen die Spitze der Schuppe hin *(Picea excelsa)*. Bei den *Cycadeen* ist die Oberhaut beider Seiten ziemlich gleichmässig gebaut. Im Allgemeinen ist das aber, wie gesagt [illegible] der Fall. Man vergleiche zudem Fig. 8, 9 und 10 mit 12, 13 und 14, von denen [illegible] Quer[illegible] [illegible]us der äusseren, diese solche aus der inneren Epidermis einer Schuppe von [illegible] Ferner treten auf der Oberseite oft schon der äussersten Schuppen nicht [illegible] und zwar nicht nur bei *Syringa*, *Acer striatum*,

Sambucus nigra, ***Mahonia***, wo sie Mikosch constatirt hat, sondern sie finden sich bei einigen Familien ganz allgemein, namentlich nach dem Grunde der Schuppen hin, z. B. bei den ***Magnoliaceen***, ***Aesculineen***, ***Rhodoraceen*** u. a.; ich sah sie ferner bei ***Viburnum Opulus***, ***Forsythia*** etc. Mitunter scheinen sie fertig ausgebildet zu sein *(Azalea)*, öfter aber sind sie auf einer mittleren Stufe der Entwicklung stehen geblieben (wie auch Göbel schon erwähnt), indem sich die Schliesszellen zwar ausgebildet haben, zwischen den letzteren aber kein Spalt aufgetreten ist; doch unterscheiden sie sich von den benachbarten Epidermiszellen nicht nur durch ihre Gestalt, sondern auch durch reichlichen Inhalt an Protoplasma.

Ihrer Gestalt nach sind die Oberhautzellen der Innenseite gewöhnlich sehr niedrig und klein, dazu oft noch durch Druck wegen der Zartheit ihrer Wände plattgedrückt. Nach der Spitze zu werden sie vielfach höher, schon weil der auf sie ausgeübte Druck hier geringer ist. Eine bemerkenswerthe Ausnahme macht die Epidermis der Oberseite bei manchen Pappelarten. Dieselbe hat hier einen zum Verkleben der Knospen bestimmten Balsam abzusondern und ist dieser Function entsprechend, wie schon Hanstein in der Eingangs citirten Abhandlung gezeigt hat, auf grosse Flächen hin vollkommen so gebaut wie die secernirende Zellschicht mancher Drüsenzotten, d. h. die Zellen sind senkrecht zur Oberfläche bedeutend gestreckt; ihre Endflächen sind gewölbt und scheiden einen harzreichen Balsam aus, welcher die darüber liegende Cuticula absprengt. Fig. 6 zeigt ein Stück einer solchen Epidermis von *Populus dilatata*, wo dieselbe an allen Schuppen zu finden ist. Man vergleiche damit Fig. 18, welche das ähnliche Verhältniss aus einer Colletere von *Sorbus aucuparia* darstellt. Bei *Populus graeca* scheint nur eine grössere untere Schuppe, diejenige, welche die Knospe von aussen umfasst und gegen den Stengel drückt (vergl. S. 24), diese Eigenschaft an ihrer inneren Epidermis zu besitzen, wenigstens fand ich an den inneren Schuppen im Herbst keinen Balsam, auch bestand hier die Oberhaut aus ganz niedrigen, nicht secretionsfähigen Zellen. Uebrigens wird man aus Fig. 12, 13 und 14 unschwer ersehen, dass bei *Abies pectinata* die Oberhaut der Schuppeninnenseite einen ganz ähnlichen Bau zeigt, wie bei den Pappeln; auch hier sind die Zellen sehr dünnwandig, ziemlich gross und namentlich senkrecht zur Oberfläche gestreckt und oben abgerundet. Denselben Charakter zeigen sie bei *Picea* und *Pinus* und zwar aus keinem andern Grunde, als weil ihnen auch hier das Geschäft obliegt, Harz auszusondern, welches zum Einhüllen und Verkleben der Knospen dient. Ihre secernirende Thätigkeit ist hier oft viel bedeutender wie bei den Pappeln, namentlich zeichnen sich die Knospen der Kiefern und nach Grüss (der aber über den Ursprung des Harzes nichts sagt) auch die einiger Tannen *(Abies sibirica Ledeb.* und *A. nobilis Lindl.)* durch einen oft mächtigen Harzmantel aus, der sie vollständig umkleidet. Am geringsten ist die Harzabsonderung bei *Picea.*

Die Epidermis ist, wie überall, so auch auf den Knospenschuppen von einer Cuticala bekleidet, welche hier im Allgemeinen wenig Besonderheiten zeigt. Nicht selten bekommt dieselbe schon zeitig im Herbst zahlreiche Risse, z. B. bei den *Sorbus*-Arten (Fig. 4 und 11), bei *Pirus* (Fig. 3), *Acer striatum* (vergl. De Bary: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane etc. p. 80), Fig. 5, welche sich bald auch in die Cuticularschichten hinein fortsetzen. Bei *Acer striatum* treten sie namentlich in der Längsriehtung der Schuppe und senkrecht dazu auf. Mitunter trägt die Cuticula runzelige Verdickungen. Mikosch fand solche bei *Sambucus* und *Syringa* und meint, dass sie hier von der Basis der bereits abgeworfenen Haare radienförmig ausstrahlen. Ich vermag das nicht zu sehen, finde vielmehr nur, dass die Runzeln in der Längsrichtung der Schuppe verlaufen, ziemlich stark geschlängelt sind, in Gruppen von 5, 6, 10 nebeneinander liegen, zwischen sich glatte Streifen freilassend, und dass sie da, wo sie auf eine Haar-

basis treffen, meist scharf absetzen. So ist es wenigstens bei *Syringa vulgaris*; vielleicht, dass Mikosch eine andere Art vorgelegen hat.

Auch die *Rhodoraceen* zeigen auf der Cuticula ihrer Knospenschuppen Runzeln. Dieselben lassen aber hier in ihrer Anordnung eine gewisse Beziehung zu den Epidermiszellen erkennen; letztere sind nämlich in der Längsrichtung der Schuppe gestreckt, so dass sie also von der Fläche gesehen zwei längere Wände haben, und mehr oder weniger in Längsreihen angeordnet. Nun verlaufen die Runzeln so, dass sie ohne Rücksicht auf die kürzeren Querwände über dem Lumen dieser Zellreihen hinziehen, während die durch die Längswände bezeichneten Linien dazwischen glatt bleiben. An jeder vierten oder fünften Querwand setzen die Runzeln entweder ganz ab, um jenseits wieder zu erscheinen, oder es vermitteln doch nur einzelne von ihnen die Verbindung, und zwar findet dies immer an etwas schräg gestellten Querwänden statt. In der Umgebung der bei *Azalea* auch auf der Aussenseite, wie schon erwähnt, vorkommenden Spaltöffnungen verlassen die Runzeln die Längsrichtung und verlaufen in krausen Windungen gegen den Rand der Schliesszellen hin, setzen sich aber auf diese selbst nicht fort. Auch *Cornus mas* besitzt eine runzelige Cuticula.

In einigen Fällen sind auf der Oberhaut der Knospenschuppen Wachsausscheidungen bemerkbar, z. B. bei den Ahornarten, namentlich *A. striatum*, ferner bei *Sassafras officinalis*, vor Allem aber bei *Liriodendron tulipifera* und in einigen andern Fällen. Viel häufiger aber, ja fast allgemein verbreitet auf der Epidermis sind Haarbildungen; dieselben fehlen nur bei den *Coniferen*, ferner da, wo die eben erwähnten Wachsüberzüge auftreten (ausgenommen *Sassafras*), bei den *Acer*-Arten jedoch nur auf der Aussenseite der äusseren Schuppen und in einigen anderen Fällen *(Staphylea, Paeonia)*. Es liegt mir fern, hier eine nähere Beschreibung der einzelnen ohnehin bekannten Formen zu geben, indessen kann ich sie nicht ganz übergehen, weil sie in ihrer Gesammtheit, als Haarkleid, den Schuppen nicht selten ein charakteristisches Aussehen verleihen helfen, und weil sie im Haushalt der Knospe eine erhebliche Bedeutung erlangen können. In den meisten Fällen sind die Haare der Knospenschuppen sehr einfach gebaut, ein- oder mehrzellig fadenförmig, mitunter stehen sie büschelig *(Juglans cinerea, Rhododendron)*, oder sie nehmen bäumchenförmige Gestalt an *(Platanus)*. Oft sind mehrere Arten untereinander gemengt *(Juglans regia, Rhododendron)*; das Haarkleid auf den Knospenschuppen (und oberen Stengeltheilen) von *Cornus mas* besteht aus in die Längsrichtung orientirten kurz gestielten, einzelligen, zweiarmig spindelförmigen Haaren, deren Oberfläche mit Längsreihen rundlicher Warzen besetzt ist oder (seltener) glatt erscheint. Die Wände der Haare sind in allen Fällen ziemlich, oft sehr stark und zeigen bei Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure Rothfärbung, welche jedoch mitunter auch nicht eintritt *(Amelanchier vulgaris, Cornus mas)*. Auf der Aussenseite der Knospendecken geht das Haarkleid häufig früh verloren, nämlich sobald die Epidermis sich zu verhärten beginnt. In einigen Fällen ist es aber auch hier sehr resistent und überdauert den Winter. So sind die Knospen der *Magnolia*-Arten, der *Cycadeen*, von *Rhus typhina*, *Carya alba*, *Juglans* u. a. von Haaren dicht bekleidet. Stehen diese schräg zur Oberfläche der Schuppe, so sieht die letztere glatt und glänzend aus *(Rhus)*, ist ihre Stellung aber eine mehr senkrechte, so bilden sie ein unansehnliches filziges Kleid *(Cycadeen, Magnolia)*. Ausserordentlich häufig ist der Rand der Knospenschuppen mit Haaren besetzt, auch der der äussersten, und selbst dann, wenn das übrige Haarkleid längst verloren gegangen ist; dieselben schmiegen sich innig an die darunter liegende Schuppe an und werden namentlich an bedeckten Stellen nicht selten recht lang *(Fagus)*. Bei *Acer striatum* dienen sie dazu, die sich klappenförmig an einander legenden und

nicht übereinander greifenden Schuppenränder zu verbinden, indem sie sich miteinander verfilzen. Wohl zu unterscheiden von diesem Haarbesatz ist der seltenere Fall, dass der Rand der Schuppe selbst zottig wird, ohne wirkliche Haare zu tragen, wie an den inneren Schuppen von *Staphylea pinnata* (Fig. 39) und bei manchen Nadelhölzern (*Pinus silvestris* — Fig. 44, *P. Mughus*, *P. austriaca*, *Picea excelsa*, *Abies pectinata* etc.) Bei den beiden letzten Gattungen wenden sich in der Nähe des Randes, wo die Schuppe nur noch zwei bis drei Zelllagen dick ist, die langgestreckten Epidermiszellen, welche hier gar keine Wandverdickung mehr zeigen, von ihrer Längsrichtung abweichend nach aussen, so dass sie schliesslich mehr oder weniger horizontal zu liegen kommen; die äussersten Zellen sind die längsten und endigen frei als feine Zotten.

Bei den Kiefern krümmen sich die Oberhautzellen in der Nähe des Randes nach aussen, d. h. nach rechts und links und zugleich nach unten so weit von ihrem Verlauf parallel der Mediane der Schuppe weg, dass ihre Richtung schliesslich um etwa 120° von der Senkrechten abweicht. Sie werden auch hier nach aussen hin immer länger, weichen auseinander und bilden wimpelförmige spitze Zotten, deren Länge oft die doppelte Breite der Schuppe übertrifft, und welche in der Mitte des Schuppenrandes am längsten sind, nach der Spitze und dem Grunde hin aber schnell kürzer werden (Fig. 44).

Die Haare erscheinen bald weiss infolge der in ihrem Lumen enthaltenen Luft, bald zeigen sie eine bräunliche oder schwärzliche Farbe, die von eingetrocknetem Inhalt herrührt oder auch der Zellwand selbst (als Folge der Vertrocknung) angehört. Daher kommt es, dass ein dichter Haarüberzug der Knospe und der einzelnen Schuppe nicht selten eine charakteristische Färbung verleiht. So erwähnen Mikosch und Göbel, dass das schwarze Aussehen der Schuppen von *Fraxinus excelsior* daher rührt, dass dieselben von sehr dicht stehenden Haaren bedeckt sind, deren vertrockneter Inhalt schwarzbraun ist. Die Spitzen der Schuppen von *Fagus* sind infolge der darauf stehenden Haare weisslich, die Knospen von *Cytisus Laburnum* weiss (so lange das Haarkleid erhalten bleibt), bräunlich bei *Rhus typhina*, glänzend dunkelbraun bei *Virgilia lutea*, hellgrau, schmutzig-grau bis bräunlich in verschiedenen Schattirungen bei den *Cycadeen*.

Ausser diesen eigentlichen Haaren sind auch Drüsenhaare und -zotten eine nicht grade seltene Erscheinung auf den Knospenschuppen. Ein Theil derselben ist von Hanstein näher untersucht und beschrieben worden. Bei *Aesculus*, *Pavia*, *Azalea indica*, *Rhododendron*, *Syringa*, *Forsythia* u. a. stehen solche „Colleteren" auf der Fläche der Schuppe, doch fehlen sie bei *Syringa* auf der Aussenseite der Knospe; bei *Alnus glutinosa* sind sie auf der Unterseite der hier als Knospenschuppen fungirenden Nebenblätter placirt; in andern Fällen finden sie sich am Rande, dann namentlich als Zotten (*Azalea pontica*, *Prunus Cerasus*), oder an diesem und auf der Fläche zugleich (*Carpinus*, *Azalea*), nicht selten mit andern Haaren vermischt (*Rhodoraceen*).

Ein eigenthümliches von Hanstein nicht beschriebenes Verhalten zeigen nach Anordnung und Gestalt die Colleteren der *Sorbus*-Arten. Bei *Sorbus aucuparia*, *americana* und *domestica* stehen dieselben dicht gedrängt auf der Innenseite der Schuppe und zwar ganz dicht am Grunde derselben. Bei *S. Aria* dagegen sind sie etwas mehr herauf- und auseinander gerückt und nehmen das untere Viertel der Innenfläche ein, während sie bei *S. torminalis* randständig sind und erst an den inneren Schuppen gut entwickelt auftreten. An den drei zuerst genannten Arten finden sie sich auch in den Blattachseln ähnlich ausgebildet, wie in der Knospe; bei *Sorbus Aria* sind sie dort jedoch nur ganz spärlich vorhanden und erlangen ihre Hauptentwicklung erst an den Schuppen; *S. torminalis* zeigt in den Blattachseln keine Spur von ihnen. Diese Colleteren sind namentlich bei *S. Aria* sehr lang, bis 1 mm, von gurken- oder keulen-

förmiger Gestalt und an ihrem Fussende halsartig verjüngt. Sie sind durchzogen von einem Strang parenchymatischer gestreckter Zellen und tragen an ihrem Umfange eine einfache Schicht senkrecht zu jenen gestellter länglicher Epidermiszellen. Die letzteren scheiden ein harziges Secret aus, welches die Cuticula wie einen Sack abhebt und schliesslich zersprengt, um sich dann über die Fläche der Schuppe zu ergiessen; der Inhalt der secernirenden Zellen zeigt Stärke- und Gerbstoffreaction (Fig. 32).

Bei *Raphiolepis ovata* finden sich ganz ähnliche Zotten, wie die eben beschriebenen; an den äusseren Knospenschuppen sitzen sie hier auf der ganzen Innenseite zwischen langen einzelligen, stark verdickten Wollhaaren, an den grösseren inneren Schuppen dagegen, welche mehr um die Knospe herumgreifen als jene, rücken sie auf den Rand. Ihrer Gestalt nach sind sie etwas kürzer als die der *Sorbus*-Arten und zeigen am Grunde keine halsartige Verjüngung; ihre secernirenden Zellen sind höher als dort (siehe Fig. 33.)

Das Grundgewebe.

Mikosch macht bereits darauf aufmerksam, dass der innere Bau der Knospenschuppen recht verschiedenartig ist. Das ist in der That der Fall. Adlerz und Cadura bemühen sich, nach der Beschaffenheit desselben bestimmte Typen aufzustellen, müssen aber auch zugeben, dass zwischen denselben Uebergänge aller Art vorkommen, trotzdem sie doch nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von Arten (Cadura nur 17!) untersucht haben. Der Letztere kommt mit seiner Eingangs erwähnten Eintheilung schon während seiner Arbeit in die Brüche, indem er zweimal Uebergänge einzuschieben sich genöthigt sieht und *Quercus Robur* sogar an einer Stelle beschreibt, wo diese Art nach seiner Disposition eigentlich gar nichts zu suchen hat. Ich werde deshalb von einer ähnlichen Eintheilung lieber ganz absehen und eine einigermassen übersichtliche Darstellung des inneren Baues der Knospenschuppen so zu geben versuchen, dass ich mit der Schilderung der einfachsten Verhältnisse und Fälle beginne und successive die complicirteren folgen lasse.

Ich will mit Göbel ein negatives Charakteristicum voranstellen, dass nämlich in Knospenschuppen nirgends Pallisadenparenchym zu finden ist. Es scheint um so wichtiger, dies anzumerken, als ja sehr viele derselben aus Laubblattanlagen hervorgegangen sind, welche auf einer mittleren Stufe ihrer Entwicklung stehen blieben. Vielmehr zeigt das Grundgewebe sowohl in der Anordnung, wie auch in der Gestalt seiner Zellen durchweg eine entschiedene Tendenz zur Längsstreckung parallel der Epidermis und der Mediane der Schuppe. Im Uebrigen lässt sich nicht viel Allgemeingiltiges von ihm sagen.

Gehen wir etwas näher auf den Bau desselben (Grundgewebe im Sachs'schen Sinne) ein, so finden wir im einfachsten Falle, dass es aus wenig verdickten parenchymatischen Zellen besteht. Dies gilt für die meisten *Spiraea*- und *Ribes*-Arten, für *Rubus*, *Sambucus racemosa, Ulmus* u. a. m.; man kann hier nur wahrnehmen, dass die Zellen nach der Epidermis zu kleiner werden, während die grössten die Mitte der Schuppe einnehmen. In andern Fällen sind zwar die Zellwände etwas mehr, aber doch sehr gleichmässig verdickt; hierher gehören *Sassafras, Carya alba*, *Amelanchier, Alnus*, *Staphylea*, *Rhus Cotinus, Paeonia arborea.* Auch die Schuppen einzelner Nadelhölzer, z. B. von *Abies pectinata*, besitzen ein sehr gleichmässig gebautes Grundgewebe. In andern Fällen lässt sich bei genauerer Untersuchung feststellen, dass die Zellen nach aussen hin nicht nur kleiner, sondern auch etwas dickwandiger werden, und zwar

meist mehr an der Aussenseite als an der inneren. So sind bei *Spiraea sorbifolia* und *Rosa canina* die zwei äusseren Zelllagen, bei *Kerria japonica* deren vier und bei *Dmiorphanthus* fünf bis sechs entschieden stärker verdickt, als das übrige Gewebe. Im Ganzen aber lässt sich das Grundgewebe hier noch als gleichmässig gebaut bezeichnen. Viel zahlreicher sind die Fälle, wo das nicht mehr gesagt werden kann, wo vielmehr eine Differenzirung in ziemlich scharf getrennte und deutlich unterscheidbare Zonen stattfindet, in eine innere und äussere. Jene besteht aus grösseren parenchymatischen Zellen mit mehr oder weniger verdickten, meist spaltenförmig oder netzartig getüpfelten Wänden, umschliesst die Gefässbündel und ist weit weniger solide gebaut als die äussere Zone; diese wird aus Zellen zusammengesetzt, deren Wände durchweg stärker, oft sehr stark verdickt sind und in der Regel lückenlos aneinander schliessen. Häufig ist die Art der Zellwandverdickung der des typischen Collenchyms nicht unähnlich (man kann dies Verhältniss füglich als collenchymähnlich oder collenchymatisch bezeichnen), und nicht selten haben wir es auch mit wirklichem Collenchym zu thun. Doch ist zu bemerken, dass sich (im Querschnitt gesehen) die Wandverdickung nirgends lediglich auf die Zellecken beschränkt; sie erstreckt sich vielmehr stets auch auf die übrige Zellwand, so dass man meist Bilder antrifft, wie sie aus der Rinde der Holzgewächse bekannt sind. Im Folgenden seien einige Beispiele des Näheren besprochen. Bei *Pirus*-Arten, *Cimicifuga foetida* u. a. finden wir unter der Epidermis eine dicht schliessende collenchymähnliche Gewebeschicht, welche nach dem Innern in mehr lockeres, grosszelliges Parenchym übergeht. Bei *Castanea vesca* und *Corylus* ist das innere Gewebe ziemlich dünnwandig, wird aber nach aussen hin dickwandiger und geht schliesslich in eine subepidermale, fünf Zelllagen starke Collenchymschicht über, deren Zellen ziemlich lang gestreckt sind und mit graden Querwänden endigen. Bei *Acer platanoides* liegt an der Aussenseite der Schuppe eine breite, fast die Hälfte des Querschnitts einnehmende Collenchymschicht, eine halb so mächtige nimmt die Innenseite ein; ähnlich verhalten sich *Acer striatum* und *pseudoplatanus*. Ein sehr charakteristisches Bild zeigt ein Querschnitt durch die Blüthenknospenschuppe von *Cornus mas* (Fig. 17); während die Epidermis hier nur mässig verdickt ist, wird das Innere von stark verdicktem Parenchym eingenommen, welches nach der (morphologischen) Oberseite der Schuppe zu in eine sehr breite Collenchymschicht übergeht. In dem äusseren Theile der letzteren sind die der Epidermis parallelen Zellwände ausserordentlich stark verdickt, so dass dieselben förmliche Platten bilden. Aehnliches zeigen die *Sorbus*-Arten (Fig. 11), nur dass hier diese mächtige Collenchymschicht an der Aussenseite der Schuppe liegt, während die Innenseite von einer schwächer ausgebildeten eingenommen wird. Auch *Evonymus, Aesculus* und *Pavia*, und in etwas schwächerem Grade *Prunus* besitzen solche peripherischen Collenchymschichten, nicht minder die *Syringa*-Arten und manche andere, doch erreichen dieselben nicht die Mächtigkeit der eben beschriebenen. Als vereinzeltes Vorkommen ist zu erwähnen, dass bei *Juglans cinerea* sich das Collenchym gegen die Kante der Schuppe hin etwas stärker ausbildet, als in dem mittleren Theil.

Mikosch erwähnt in seiner Arbeit ebenfalls das Auftreten von Collenchym in den Knospenschuppen und führt als Beispiele desselben *Syringa*, *Aesculus* und *Acer pseudoplatanus* an. Er sagt: „Weit häufiger (als von Parenchymzellen) wird das Grundgewebe der Tegmente von Collenchymzellen zusammengesetzt.“ Dazu muss ich bemerken, dass ich eine ganz aus Collenchym bestehende Schuppe nicht habe finden können. Im Innern fehlt dasselbe stets ausser etwa gegen die Spitze und den Rand hin, wo die peripherischen Collenchymschichten sich natürlich vereinigen. Und man kann namentlich auf Längsschnitten (z. B. bei *Acer*) deutlich sehen, dass ein erheblicher Unterschied zwischen den Zellen

des äusseren Collenchyms und des inneren Gewebes besteht; jene sind parallel zur Längsrichtung der Schuppe gestreckt, ihre Längswände oder Längskanten sind weit stärker verdickt als die querstehenden; diese dagegen sind mehr isodiametrisch und von gleichmässigerer Wandverdickung. Und auch in den Fällen, wo wie bei *Aesculus*, *Syringa* u. a. die Collenchymzellen nur wenig gestreckt sind, tritt infolge der verschiedenen Verdickungsweise der Unterschied zwischen ihnen und dem innern Parenchym immer noch charakteristisch genug hervor.

Waren die bisher betrachteten Knospenschuppen entweder nur aus mehr oder weniger verdickten, aber nicht verholzten Parenchymzellen oder aus solchen und aus Collenchym zugleich zusammengesetzt, so habe ich nunmehr eine Gruppe zu besprechen, welche durch das Vorkommen von bald kurzen, bald langen Sklerenchymelementen ausgezeichnet ist. Alle hierher gehörigen Schuppen sind, mit wenigen Ausnahmen (z. B. *Rhododendron*, Fig. 22), zunächst dadurch charakterisirt, dass in ihnen kein Collenchym auftritt; sie schliessen sich vielmehr noch am meisten an die zuerst betrachteten Formen an, welche nur aus parenchymatischem Grundgewebe von geringer oder mässiger Wandverdickung bestanden, insofern nämlich, als neben dem Sklerenchym nur noch solches in ihnen zu finden ist.

Was zunächst die kurzen Sklerenchymelemente (vulgo Steinzellen) betrifft, so erwähnt bereits Mikosch, dass man bei *Syringa* mitunter Zellen im Grundgewebe antrifft, „die so stark verdickt werden, dass ihre Lumina ganz zu verschwinden scheinen;“ doch spricht er sich über ihre Natur nicht weiter aus. Adlerz beschreibt Steinzellen für *Azalea indica* und *Cytisus Laburnum*. Und endlich erwähnt Cadura stark verdickte Sklerenchymzellen für *Platanus*, welche Mikosch übersehen zu haben scheint. Ich war bemüht, weitere Fälle ihres Vorkommens in den Knospenschuppen zu constatiren und fand sie ausser in den genannten Fällen noch bei allen *Magnolia*-Arten, *Liriodendron tulipifera*, *Camellia*, bei allen *Rhodoraceen*, *Camphora officinalis*, *Sassafras officinalis*, *Ailantus glandulosa* und sehr sporadisch auch bei *Viscum album*. Ihr Verhalten ist nach Form, Grösse, Zahl und Anordnung ein sehr verschiedenes, bei verwandten Arten jedoch, wie vorauszusetzen, ein recht übereinstimmendes.

Die Gestalt der Steinzellen ist in einigen Fällen isodiametrisch *(Ailantus*, *Syringa*, *Cytisus)*, in andern finden wir sie ein wenig gestreckt *(Platanus*, Fig. 45 u. 46, *Camphora*, Fig. 34, *Sassafras)*, oder stark in die Länge gezogen *(Rhodoraceen*, *Magnolia)*. Die auffallendste Gestalt aber zeigen sie bei *Camellia*, wo sie nicht nur sehr lang gestreckt, sondern auch stark verzweigt sind, wie das ja für die in den Blättern der *Camelliaceen* vorkommenden Steinzellen überhaupt bekannt ist. Nicht minder verschieden ist die Grösse der Steinzellen; verhältnissmässig klein sind sie bei *Ailantus*, *Syringa*, *Cytisus*, bei weitem am grössten bei *Camellia*. Auch die Menge, in welcher sie in der einzelnen Schuppe und im gleichen Raume vorkommen, schwankt sehr; bei *Viscum album* vermochte ich nur zweimal je eine Steinzelle aufzufinden, ziemlich spärlich treten sie bei *Syringa* auf, auch bei *Platanus* und *Sassafras* sind sie nicht allzu zahlreich. In den meisten übrigen Fällen stehen sie weit dichter, so dicht, dass sie das übrige Gewebe stellenweise fast ganz verdrängen *(Camellia*, Fig. 26—28*)*. Die Besonderheiten ihres Aussehens, ihrer Tüpfelung etc. sind aus den beigegebenen Figuren ersichtlich.

Am interessantesten ist jedenfalls die Anordnung dieser Steinzellen. Bei *Platanus* begleiten sie im Allgemeinen die Gefässbündel, wenn sie sich auch nicht dicht an dieselben anlegen, und zwar stehen sie hier einzeln oder zu wenigen beisammen zwischen jenen und der Aussen- oder Innenseite der Schuppe, selten zwischen den Bündeln. Im Parenchym der Knospenschuppen von *Ailantus glandulosa* finden wir sie in kleineren oder grösseren Gruppen zwischen den sehr dünnen Gefässbündeln eingelagert. In

mehreren Fällen liegen sie nahe unter der inneren Epidermis, so bei *Syringa*, *Cytisus*, *Liriodendron*, *Camphora;* bei der letzten Art häufen sie sich ausserdem noch merklich um die Gefässbündel (Fig. 34), auch ist hier noch bemerkenswerth, dass sie mit ihrer Längsaxe nicht immer in die gleiche Richtung orientirt sind, vielmehr bald parallel, bald senkrecht zur Oberhaut stehen. Für *Magnolia* und *Camellia* ist es charakteristisch, dass die Steinzellen ihrer Mehrzahl nach senkrecht zur Schuppenoberfläche gestellt sind. Bei der ersteren Gattung gruppiren sie sich (in den äusseren Knospenschuppen) so, dass sie wie Strebepfeiler das übrige Gewebe fast in seiner ganzen Breite durchsetzen (Fig. 29) und auf Flächenansichten meist im Querschnitt erscheinen (Fig. 30). Ein etwas anderes Bild zeigt ein Längsschnitt durch eine äussere Schuppe einer Camelliaknospe, wie er in Fig. 26 wiedergegeben ist. Hier ist der ganze innere Theil von Steinzellen sehr dicht durchsetzt, und nur die Partieen an der Aussen- und Innenseite sind von ihnen frei. Oft treten sie so zahlreich auf, dass sie die dünnwandigen Elemente des Grundgewebes fast ganz verdrängen. Ihr Hauptkörper steht meist senkrecht zur Fläche der Schuppe, was besonders in Fig. 26 deutlich hervortritt, aber auch in Fig. 27 noch in die Augen springt; da sie nun aber nach allen Seiten starke lange Aeste aussenden, so müssen diese auf Quer- und Längsschnitten vielfach quer und schräg durchschnitten erscheinen. So sind in Fig. 27 bei *aa* die äussersten Astspitzen von solchen Steinzellen getroffen, welche etwas über oder unter der Schnittebene gelegen haben. In Uebereinstimmung mit dem Gesagten erscheinen auf Flächenschnitten die Seitenäste in ihrer ganzen Ausdehnung, während die Hauptkörper der Steinzellen hier stets im Querschnitt sich darstellen (Fig. 30).

Eine von den bisher besprochenen Fällen durchaus verschiedene Anordnung der Sklerenchymzellen finden wir bei den *Rhodoraceen*.

Hier bilden dieselben nämlich unmittelbar unter der Epidermis der Innenseite einen sehr festen, dichten Panzer, der bis zu 4 Zelllagen dick werden kann und in der Mitte der Schuppe am stärksten ist. Die einzelnen Zellen sind, wie schon oben erwähnt, sammt dem übrigen dünnwandigen Parenchym ziemlich langgestreckt, doch wechselt ihre Länge nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern auch innerhalb derselben Schuppe. Bei *Azalea pontica* sind sie ziemlich lang, ihre Längswände verlaufen mehr oder weniger gerade, an den Enden aber tragen sie zapfenartige rundliche oder längliche Vorsprünge, Zähne, kurze Aestchen, wenn man will, welche zwischen die der nächsten Zelle genau eingefügt sind (Fig. 43). Die Steinzellen der *Rhododendron*-Arten sind im Durchschnitt kürzer, nicht selten aber allseitig mit gelenkkopfartigen Zapfen besetzt (Fig. 24), so dass sie fast maulbeerartig aussehen. Auch im inneren Gewebe finden sich hier zahlreiche Gruppen von ähnlichen, doch meist regelmässiger gebauten Steinzellen eingestreut (Fig. 22), namentlich in der Gegend um die Gefässbündel und bei *Rhod. davuricum* auch gegen die Unterseite hin.

Dem Grundgewebe der *Rhodoraceen* in seiner äusseren Erscheinung nicht ganz unähnlich ist das mancher *Coniferen* gebaut. Auch bei diesen wird nämlich häufig ein Sklerenchympanzer ausgebildet, nur liegt derselbe nicht an der Innenseite der Schuppe, wie dort, sondern aussen, und die Epidermis ist an seiner Herstellung betheiligt. Göbel beschreibt für *Pinus austriaca*, dass der mittlere Theil einer Knospenschuppe hier aus parenchymatischem Gewebe besteht, die äusseren Lagen aber von sklerenchymatischen Zellen eingenommen werden, dass nach der Basis zu diese sklerotischen Elemente spärlicher werden, um schliesslich ganz zu verschwinden, nach der Spitze zu jedoch fast den ganzen Querschnitt einnehmen. Die Beschreibung trifft im Allgemeinen für die meisten Kiefernarten zu. So wird, um nur auf *Pinus silvestris* etwas näher einzugehen, die sklerotisirte Epidermis dieser Art noch durch zwei Zell-

schichten verstärkt, welche ihre Wände ebenfalls und besonders nach der Aussenseite zu stark verdicken, so dass ihr Lumen excentrisch nach innen zu liegen kommt (Fig. 19). Sie ähneln übrigens den Epidermiszellen sehr, sind ebenso lang wie diese und enden mit geraden oder wenig schief gestellten Querwänden. Nach der Spitze der Schuppe zu nimmt die Verdickung etwas ab, so dass nur noch die äusserste Zelllage des Grundgewebes sammt der Epidermis sklerotisch bleibt. Trotzdem nehmen beide zusammen immer noch über die Hälfte der Spitze ein, weil das übrige Gewebe hier ausserordentlich zusammengedrückt ist, so dass es, wie Göbel bemerkt, dem Hornparenchym der secundären Rinde ähnlich wird. Bei der Fichte liegen die Verhältnisse ähnlich; hier greift nach der Spitze der Schuppe zu die Sklerotisirung auch auf die Innenseite über. *Taxus baccata* verhält sich abweichend; diese Art besitzt nämlich keinen Sklerenchympanzer, auch die Epidermis ist nicht sklerotisirt, vielmehr finden wir hier nur ziemlich zahlreiche, langgestreckte, mit meist geraden Querwänden endigende Steinzellen, bald zu Gruppen vereinigt, bald einzeln in dem wie bei allen Coniferen langgestreckten Parenchym des Innern und zwar zwischen der äusseren Epidermis und der Mitte (Gefässbündelzone) der Schuppe eingelagert.

Obwohl nach der Auffassung von De Bary die oben beschriebenen sklerotischen Elemente in den Schuppen von *Camellia*, der *Rhodoraceen* und vieler *Coniferen* als Sklerenchymfasern hätten bezeichnet werden müssen, so habe ich doch vorgezogen, dies nicht zu thun, sie vielmehr zu den Steinzellen zu rechnen, weil sie ausser bei *Camellia* stets mehr oder weniger stumpfe Endigungen besitzen und ihr Habitus im Ganzen nicht dem entspricht, was man sich gemeinhin unter einer Faser vorstellt. Und bei *Camellia* ist neben der Form auch ihre Lage senkrecht zur Fläche der Schuppe eine ganz andere, als man sie sonst bei Fasern antrifft.

In den nunmehr zu besprechenden Fällen hingegen ist die Gestalt und Anordnung der Sklerenchymelemente in der That eine faserige zu nennen. Es gehören hierher die Knospenschuppen vieler *Cupuliferen (Quercus, Fagus, Carpinus)*, der *Ulmaceen*, der *Cycadeen*, der *Hakea-*, *Populus-* und einiger *Metrosideros*-Arten; doch dürfte diese Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können. Bei den Pappelarten — um mit diesen zu beginnen — verlaufen dicke Sklerenchymstränge zwischen den sehr winzigen Gefässbündeln, nach oben hin werden dieselben immer mächtiger und vereinigen sich schliesslich in der Spitze, welche sie meist ganz einnehmen. Arechoug giebt Abbildungen eines Quer- und Längsschnittes durch eine äussere Schuppe von *Populus alba*, hat jedoch den Sklerenchymstrang in dem letzteren nicht richtig gezeichnet oder doch sehr schematisirt. Derselbe besteht nämlich nicht aus einfachen Fasern, sondern ist zusammengesetzt aus Fasern und reihenweise angeordneten, theils isodiametrischen, theils länglichen Steinzellen, so dass letztere grösstentheils an seine Peripherie zu liegen kommen. Die Fasern enden entweder mit einfacher Spitze oder sind an den Enden weberschiffchenartig gegabelt, weshalb sie Mikosch verzweigt nennt, und auch die Steinzellen sind oft an ihren Ecken in Hörner ausgezogen, wie Fig. 41 zeigt. Die übrigen Pappelarten (*P. tremula* etc.) besitzen ganz ähnliche Sklerenchymstränge.

Bei den *Cupuliferen* sind mehrere allerdings nicht allzu verschiedene Fälle auseinanderzuhalten. In den äusseren Schuppen von *Carpinus* findet man in dem unteren Drittel die schwachen Gefässbündel von starken Sklerenchymscheiden umgeben. Nach oben zu werden die letzteren umfangreicher und breiter, aber nicht nach aussen, sondern zwischen den Gefässbündeln in der Richtung gegeneinander, so dass sie bald zu einem geschlossenen Panzer sich verbinden, der im Innern der Schuppe, doch etwas mehr nach der Innenseite hin, liegt (Fig. 23), und in welchem die letzten Ausläufer der Gefässbündel

gerade noch erkennbar sind. Die ohnedies nicht dicke Schuppe wird nach der Spitze zu immer dünner und zwar auf Kosten des übrigen dünnwandigen parenchymatischen Gewebes, so dass in dem obersten Theil die Sklerenchymelemente schliesslich den ganzen Raum einnehmen. Ich habe noch nachzutragen, dass hier, wie bei den gleich zu besprechenden übrigen *Cupuliferen*, die Fasern im untersten Theil der Schuppe am kürzesten (nämlich etwa 2—3 mal so lang als breit) sind, nach oben hin jedoch schnell länger werden. Das Gleiche gilt von dem übrigen parenchymatischen Gewebe.

Quercus zeigt eine etwas andere Anordnung der Fasern als *Carpinus*. Hier liegt eine Sklerenchymschicht direct unter der Epidermis der Aussenseite, es sind ferner die Gefässbündel von Fasern umscheidet, und schliesslich verlaufen solche auch einzeln im Parenchym. Sie werden nicht nur von unten nach oben, sondern auch von aussen nach innen länger und nehmen in der Spitze, wie bei *Carpinus*, den ganzen Raum der Schuppe ein.

In einem dritten Falle *(Fagus)* besteht das ganze Gewebe einer äusseren Knospenschuppe aus Sklerenchymfasern, nur der allerunterste Theil ist parenchymatisch, und zwar treten jene hier zuerst um die Gefässbündel herum auf. Bei *Fagus* zeigt schon ein Querschnitt aus dem unteren Drittel der Schuppe eine ganz allgemeine und gleichmässige Verdickung und Verholzung der Zellwände, nur die Epidermis ist ganz dünnwandig geblieben. Die Fasern sind hier bedeutend länger als bei *Quercus*, endigen übrigens nicht immer spitz, sondern sind nicht selten quer abgestutzt. Bei *Celtis* und *Ulmus* sind ihre Wände nicht so dick, wie bei *Fagus*, aber auch vollständig verholzt. Die Knospenschuppen der *Hakea*-Arten zeigen ähnliche Verhältnisse. Der untere Theil einer Schuppe von *Hakea corymbosa* ist nach Arechoug ganz parenchymatisch gebaut, während sich nach oben hin allmählich Sklerenchymfasern einstellen, welche immer zahlreicher werdend die Spitze allein aufbauen. Ich habe *Hakea suaveolens* untersucht und fand bei dieser Art, dass im unteren Theil zuerst die Gefässbündel von Sklerenchymelementen umgeben werden, der obere Theil der Schuppe aber ganz aus ihnen besteht.

Von den bisher besprochenen durchaus abweichende Verhältnisse zeigen die in den Knospenschuppen mancher *Cycadeen* auftretenden Sklerenchymfasern. Leider konnte ich nur drei Arten untersuchen, nämlich *Cycas revoluta*, *Dioon edule* und *Encephalartos horridus*. Das Grundgewebe derselben besteht durchweg aus grossen dünnwandigen, etwas in die Länge gestreckten parenchymatischen Zellen. Nahe an der Peripherie desselben treten bei den drei genannten Arten ausserordentlich lange Sklerenchymfasern auf, die jedoch sehr verschieden angeordnet sind. Bei *Cycas revoluta* (Fig. 36) befindet sich auf der inneren wie äusseren Seite der Schuppe, etwa 2 Zellschichten von der Epidermis entfernt, eine geschlossene Sklerenchymzone, die an der Innenseite der Schuppe etwas schwächer ausgebildet ist, aber auch hier keinerlei Lücken zeigt. Die Fasern sind, wie aus Fig. 36 ersichtlich, seitlich meist etwas comprimirt, was eine Folge ihrer dichten Stellung ist.

Dioon edule (Fig. 35) zeigt ebenfalls dicht unter der Epidermis lange Sklerenchymfasern; dieselben bilden aber hier keine geschlossene Zone und sind meist nur in einer, selten in zwei Reihen vorhanden. Ausserdem liegen bei dieser Art sehr lange Fasern mit oft fussförmig verbreiterten Enden zwischen den Parenchymzellen des Innern, welche sich von den peripherischen durch ihre oft bis zum Schwinden des Lumens verdickten Wände und dadurch unterscheiden, dass sie sich mit schwefelsaurem Anilin nicht gelb färben, wohl aber bei Behandlung mit Chlorzinkjod dieselbe bläulich-violette Färbung wie das umliegende Parenchym annehmen, auch mit Jod und Schwefelsäure Cellulosereaction zeigen. Bei *Encephalartos horridus* endlich (Fig. 37) liegt die Sklerenchymzone etwas weiter von der Epidermis

ab, als in den beiden ersten Fällen, auch fehlt sie hier auf der Innenseite der Schuppe. Die Fasern derselben bilden auch hier keinen geschlossenen Panzer, sondern durchziehen einzeln oder meist in Gruppen von zwei bis etwa 16 Stück das Grundgewebe, sind aber einander doch soweit genähert, dass sie nach aussen wie nach innen eine scharf umgrenzte Zone bilden.

In dem oberen Theil der *Cycadeen*-Schuppen tritt allmählich eine Modification der geschilderten Verhältnisse insofern ein, als ähnlich wie bei den *Cupuliferen* das Parenchym immer mehr zurücktritt, die Fasern dagegen mehr und mehr zusammenschliessen und endlich fast den ganzen Querschnitt einnehmen. Zugleich flacht sich die Schuppe ab und läuft nach oben in einen dünnen Saum aus (*Dioon* und *Encephalartos*), oder sie zieht sich zu einer fast stielrunden Form zusammen und endigt mit einem (infolge der in ihm enthaltenen Sklerenchymfasern) ziemlich harten und spitzen Dorn (*Cycas revoluta*). Anhangsweise muss ich der Vollständigkeit halber noch einige Fälle erwähnen, für welche Grüss in seiner Dissertation das Vorkommen von Sklerenchymelementen in Knospenschuppen beschreibt. Danach sind bei *Dammara laurifolia Lindl.* sehr zahlreiche, bald längere, bald kürzere Steinzellen von eckiger, zackiger, knieförmiger Gestalt (ähnlich denen in der Rinde von *Larix*) durch das ganze Parenchym zerstreut, bei *Podocarpus salicifolia Kl. et K.* dagegen bilden dieselben nach seinen Angaben — hier von mehr rundlich länglicher Form — zwischen Gefässbündel und Innenseite der Schuppe eine mehr oder weniger unterbrochene Schicht, die parallel zur Blattoberfläche ist. Ganz Aehnliches berichtet Adlerz für *Podocarpus Totara Don.*, die Beschreibung ist also vielleicht für die ganze Gattung gültig. Endlich erwähnt Grüss noch „Sklerenchymfasern" für *Sciadopitys*, welche den für *Taxus baccata* oben beschriebenen Steinzellen zu gleichen scheinen.

Das Periderm.

Peridermbildung ist an Knospenschuppen ziemlich verbreitet; sie nimmt ihren Ursprung hier nie aus der Epidermis selbst, sondern entweder (häufiger) aus der unmittelbar darunter liegenden oder (seltener) aus einer tiefer liegenden Zellschicht des primären Parenchyms (oder Collenchyms). Mikosch ist der Ansicht, dass es nur dann zur Ausbildung eines Periderms kommt, wenn die Epidermiszellen nicht besonders stark verdickt sind, und dass nur *Syringa* von dieser Regel eine Ausnahme macht, indem hier trotz starker Verdickung der Epidermis doch nicht selten Anfänge von Peridermbildung sich zeigten. Indessen ist das nicht ganz zutreffend; bei *Populus*-Arten findet man trotz der ziemlich derben Epidermis auf dem mittleren Theile äusserer Schuppen sehr häufig ein schwaches Periderm; *Pirus coronaria, P. Malus, Sorbus torminalis* u. a. haben eine sehr stark verdickte Epidermis auf ihren Schuppen und bilden trotzdem fast stets ein Periderm aus, vor allen Dingen an den untersten Schuppen, welche den Fuss der Knospe umkleiden.

Allgemeiner und mächtiger tritt die Peridermbildung allerdings da auf, wo die Epidermis dünnwandig ist, hier aber auch durchaus nicht überall und auch nicht an den inneren, von den äusseren ganz verdeckten Schuppen. Sie findet sich regelmässig bei einigen *Rhamnus*-Arten, *Dimorphanthus, Broussonetia papyrifera* u. a. In stärkerem Grade ist sie bei *Aesculus* und *Pavia* entwickelt, wo jede äussere Schuppe, soweit sie an die Luft grenzt, von einer gleichmässigen Korkschicht bekleidet ist; dieselbe greift übrigens hier an der Spitze und den Seiten auch auf die Innenfläche der Schuppe etwas

über. Viel mächtiger ist das Periderm bei *Ailantus glandulosa* ausgebildet, es umgiebt hier die ganze Schuppe auch an der Innenseite und ist aussen nicht selten über 20 Zelllagen dick. Die stärkste Ausbildung aber erfährt es bei den *Cycadeen*, speciell bei *Dioon edule* und *Encephalartos horridus* (Figg. 35 und 37). Bei der ersteren Art entsteht das Korkcambium nicht wie in den bisher betrachteten Fällen in der ersten Zellschicht unter der Epidermis, sondern an der Innenseite der Sklerenchymfasern, so dass diese durch die Korkschicht von dem innern Gewebe abgetrennt werden. Bei *Encephalartos* hingegen liegt die phellogene Schicht wieder unter der Epidermis (NB. natürlich nur im Anfangsstadium der Korkbildung!), es bildet sich aus ihr ein Periderm, von dem in Fig. 37 nur das innere Drittel wiedergegeben ist. Bei dieser Art entsteht häufig in einer an der inneren Grenze der Sklerenchymzone gelegenen Zellschicht des Grundparenchyms ein zweites Korkcambium, aus welchem sich eine zweite 10—15 Zellen starke Korkschicht entwickelt, so dass dann die Sklerenchymzone aussen wie innen von Kork umgrenzt ist.

Lufträume.

Im Innern der Knospenschuppen begegnet man ausserordentlich häufig grossen Lufträumen. Dieselben durchziehen das Gewebe oft als ein System oder Netz von vielfach untereinander communicirenden Röhren und Höhlungen, oder sie bilden teller- oder tafelförmige Lücken, welche die Schuppe parallel ihrer Oberfläche in zwei resp. mehr Lamellen zerspalten und mitunter das Gewebe in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzen, ohne dass natürlich am Rande der Schuppe der Zusammenhang von Aussen- und Innenseite verloren ginge. Solche Lücken können auf verschiedene Weise entstehen. Entweder trennen sich einfach benachbarte Zellen und Zellflächen in ihrer Mittellamelle von einander — schizogen —, oder es gehen Gruppen von Grundgewebszellen zu Grunde und Hohlräume treten an ihre Stelle — lysigen —, oder endlich, es wirken beide Ursachen zugleich, indem von einer lysigenen Höhlung aus sich schizogene Risse in der Umgebung ausbilden. Der zweite Fall ist ohne Zweifel der interessantere. Er lässt sich im Herbst (October) leicht beobachten. Man findet dann auf Querschnitten circumscripte Gruppen und auf Längsschnitten ganze Züge von Zellen, deren Wände an der Verdickung des umliegenden Gewebes nicht theilnehmen, sondern ganz dünn bleiben. Bald verlieren diese Zellen auch ihre ursprüngliche Form, ihre Wände vertrocknen, werden durch die in der Schuppe noch immer stattfindenden Wachsthumsvorgänge nach allen Richtungen hin- und hergezerrt, zerreissen schliesslich und sind später im Winter entweder gar nicht mehr aufzufinden, oder doch nur als Fetzen an der Wand des so entstandenen Hohlraumes hängend, in einzelnen Fällen auch wohl wie Fäden eines Spinngewebes quer durch den Luftraum ausgespannt bemerkbar. Letzteres sieht man einigermassen deutlich in Fig. 42, welche einen Querschnitt einer Knospenschuppe von *Ledum palustre* im ausgebildeten Zustand (Januar) darstellt. Aehnliches sieht man in Figg. 22, 45 und 46. Cadura sagt, dass auf Querschnitten von *Platanus*-Knospen das Parenchym in einzelne, mehr oder weniger zusammenhängende grössere und kleinere Gruppen und einzelne Zellen aufgelöst erscheine, zwischen denen „feine Fäden maschig ausgespannt" seien. Offenbar ist ihm die Natur dieser „feinen Fäden", die er auch als „Maschen" und „Maschenwerk" bezeichnet, völlig dunkel geblieben. Natürlich handelt es sich auch hier um nichts anderes, als die Entstehung von Lücken im Gewebe der Schuppe durch Zugrundegehen zahlreicher Zellgruppen, was sich

vielleicht am deutlichsten aus einem Vergleich der Fig. 45 und 46 ergiebt. Mikosch erwähnt die hier überall noch vorhandenen vertrockneten Zellwände gar nicht, was jedenfalls daher kommt, dass er sein Material erst im Winter gesammelt hat; dann ist bei *Platanus* allerdings nicht mehr viel von ihnen zu sehen.

Wo es sich um schizogene Luftlücken handelt, findet, wie oben schon angedeutet, das Auseinanderweichen der Zellen meist parallel zur Oberfläche statt, und zwar hauptsächlich da, wo das dünnwandige Gewebe des Innern an stärker verdickte äussere Schichten grenzt. Es ist deshalb zu diesem verschiedenen Grade der Zellwandverdickung in enge Beziehung zu bringen und vielleicht als eine Folge der durch Wachsthumsunterschiede verschiedener Schichten verursachten Spannungen anzusehen. Man könnte glauben, dass bei der Bildung dieser Luftlücken das im Herbst häufige Gefrieren und Wiederaufthauen eine wesentliche Rolle spielt; nebenher mag das allerdings der Fall sein, indessen findet man die Lücken der Hauptsache nach schon vor Eintritt von Frost vor, sobald die einzelnen Gewebsschichten der Schuppe sich differencirt haben. Beispiele ihres Vorkommens sind die Schuppen von *Alnus glutinosa*, *Pirus*- und *Aesculus*-Arten, *Staphylea*, *Rubus*, *Ribes*, *Daphne*, *Rhus Cotinus* und viele andere. Bei der letztgenannten Art entsteht auf der äussern wie innern Seite durch Abspalten einer äussern zwei bis drei Zellen starken Schicht je ein Luftraum; bei *Syringa* und *Aesculus* kommen sie in allen Theilen des Gewebes vor, erlangen aber ihre grösste Ausdehnung einige Zelllagen unter der Innenseite der Schuppe. Uebrigens soll durchaus nicht gesagt sein, dass die Lufträume in den eben beispielsweise angeführten Fällen stets nur durch Auseinanderweichen der Zellwände entständen, vielmehr tritt hier sehr häufig der oben an dritter Stelle erwähnte Fall ein, dass von kleinen durch Auflösung von Zellwänden entstandenen Lücken aus benachbarte Zellflächen auseinanderweichen. Und zwar spielt hier der Umstand eine nicht unwesentliche Rolle, dass der später noch näher zu erwähnende oxalsaure Kalk meist in bestimmten Regionen der Schuppe abgelagert wird. Da nämlich die Wände der krystallführenden Zellen („Krystallschläuche") niemals verdickt werden und diese oft nahe bei einander liegen und sehr zahlreich auftreten, so muss nothwendig die Festigkeit der krystallführenden Zone erheblich vermindert werden. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass da, wo jene (die in der Regel mehr nach innen liegt) an stärker verdickte und weniger oder gar keine Krystalle führende (meist äussere) Schichten grenzt, der Zusammenhang des Gewebes am schwächsten ist und bald durch Entstehung von Luftlücken unterbrochen wird. Auf diese mechanische Weise wird bewirkt, „dass", wie Mikosch ohne weitere Erklärung angiebt, „in späteren Stadien die Gewebspartieen, in denen sich grössere Mengen von oxalsaurem Kalk angesammelt haben, von dem über ihnen liegenden Grundgewebe getrennt werden."

Fig. 25 zeigt in einem Querschnitt einer Knospenschuppe von *Azalea grandiflora*, wie die bei *C* und *c* durch Zugrundegehen von Zellen entstandenen Lufträume durch eine schizogene Lücke bei *i* in Verbindung getreten sind. Wie schon oben gesagt, trifft man grössere und kleinere Lufträume ausserordentlich häufig in den Knospenschuppen an, doch muss ich jetzt noch hinzufügen, dass sie in manchen Fällen auch ganz fehlen; so scheinen sie den Cycadeen ganz abzugehen, sie mangeln den Coniferen und denjenigen Cupuliferen, deren Schuppen reich an Sklerenchymfasern sind *(Quercus, Fagus Carpinus, Celtis)*, und auch noch in manchen anderen Fällen *(Laurus nobilis, Ailantus glandulosa* etc.).

Secretbehälter.

Secretbehälter kommen allgemein in den Knospenschuppen derjenigen Arten, resp. Familien vor, welche auch sonst durch ihr Vorhandensein ausgezeichnet sind. Kurze celluläre, isodiametrische Schläuche finden wir bei *Magnolia*, *Liriodendron* (Fig. 38), *Laurus nobilis*, *Camphora officinalis* (Fig. 34) und einigen anderen. Sie liegen gewöhnlich gegen die Aussenseite der Schuppe hin, unterscheiden sich von den übrigen Zellen durch ihre Grösse, den klaren stark lichtbrechenden Inhalt und dadurch, dass ihre dünne Wand gegen Einwirkung von Säuren unempfindlich ist (s. De Bary, Vergl. Anat. der Vegetationsorg. p. 152). Die für die *Acer*-Arten bekannten sog. Milchsaftgefässe, von Mikosch als milchsaftführende Siebröhren bezeichnet, fehlen auch in ihren Knospenschuppen nicht; sie liegen dem Siebtheil der Gefässbündel aussen an und sind am grössten bei *Acer platanoides*, was auch sonst für diese Art gilt.

Von intercellulären Secretbehältern wären hauptsächlich zu nennen die grossen lysigenen Schleimhohlräume in den Schuppen der *Tilia*-Arten, welche bereits von Arechoug beschrieben und abgebildet wurden; ferner die von Adlerz erwähnten „Schleimcavitäten" bei *Heritiera*, die Schleimgänge der Cycadéen und die Harzgänge der *Coniferen* und *Araliaceen (Dimorphanthus)* und von *Ailantus*, die sämmtlich auch in den Knospenschuppen auftreten. Für *Cycas revoluta* ist zu bemerken, dass die zahlreich (einige 30) in die Schuppe eintretenden Secretschläuche sich nach der, wie schon früher erwähnt, dornenähnlich zulaufenden Spitze hin vereinigen und schiesslich einen centralen Canal in der Mitte der dieselbe bildenden Sklerenchymfasern darstellen, der oben blind endigt. Um die Harzgänge von *Dimorphanthus* fand ich, besonders wenn sie sehr breit waren, bisweilen ein aus etwa 3 Zelllagen bestehendes Korkperiderm gebildet. Aehnliches erwähnt Hanstein für die Schleimhohlräume von *Tilia* und Adlerz für diejenigen von *Heritiera*. Auch die Secretschläuche von *Ailantus*, welche meist schon dicht über der Insertion der Knospenschuppe endigen, sind hier in der Regel von einer peridermartigen Korkschicht umgeben. Die Harzgänge der *Coniferen* sind in den Knospenschuppen bis gegen die Spitze hin verfolgbar, jedoch kann man nur im alleruntersten Theil ihren Bau deutlich erkennen; weiter nach oben sind sie meist zusammengedrückt, verzerrt, oft mit vertrockneten Parenchymzellen (wie auch Göbel für *Pinus austriaca* bemerkt) erfüllt, und treten mitunter erst nach Behandlung mit Kalilauge deutlich hervor *(Picea excelsa)*; jedenfalls aber fehlen sie bei dieser Art nicht, wie Grüss angegeben hat.

Sehr allgemein und zahlreich treten schliesslich Krystallschläuche in den Knospenschuppen auf; ich habe sie nur bei den (von mir untersuchten) *Lauraceen* (*Sassafras*, *Laurus*, *Camphora)*, in den Schuppen der *Coniferen*, bei *Rhus Cotinus*, *Carpinus americana* und meist auch bei den *Magnoliaceen* vergeblich gesucht oder nur in sehr geringen Mengen gefunden. Wie bereits Mikosch andeutet, wird der oxalsaure Kalk gewöhnlich in ganz bestimmten Gewebszonen der Schuppen abgelagert und in der Regel in dem inneren, weniger stark verdickten Theile *(Rubus*, *Prunus*, *Evonymus* und viele andere) und oft auch hier wieder an besonderen Stellen; bald um die Gefässbündel herum, bald zwischen denselben oder auch zwischen ihnen und der Oberseite der Schuppe. Häufig liegen die Krystallschläuche aber auch, wie früher schon einmal erwähnt, etwa an der Grenze zwischen dem inneren Parenchym und der äusseren Collenchymschicht, nicht selten auch noch in der letzteren selbst *(Sorbus*, *Cornus* etc.). Bei *Dioon edule* werden grosse Einzel- oder Zwillingskrystalle stets nur in den an die peripherischen Sklerenchymfasern (und zwar aussen wie innen) grenzenden Zellen abgelagert.

Die Wände der Krystallschläuche bleiben ausnahmslos ganz dünnwandig, schwächen daher, wo sie sehr zahlreich auftreten, den Zusammenhang des Gewebes und tragen so, wie bereits oben erörtert wurde, zur Bildung von Luftlücken nicht wenig bei. Darum findet man sehr häufig, z. B. bei *Pirus communis*, *Aesculus* etc. die Krystalldrusen am Rande der Luftlücken liegen und in diese hineinragen. Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass bei den *Fagus*-Arten, deren Schuppen fast vollständig aus Sklerenchymfasern bestehen, unter der Epidermis der Unterseite in ziemlich gleichmässigen Abständen zahlreiche Fasern liegen, deren Wände wenig oder gar nicht verdickt sind, deren Lumen aber durch Querwände in 4, 8, 11 und mehr meist etwas längliche Fächer getheilt ist; in jedem Fach befindet sich ein einzelner klinorhombischer Krystall. (Vergl. De Bary, Vergl. Anat. der Vegetationsorg. etc. p. 145.)

Was die Menge des in den Knospenschuppen abgelagerten oxalsauren Kalkes betrifft, so kann dieselbe je nach der Holzart sehr schwanken; die Krystallform ist stets die für die betr. Art auch sonst charakteristische. Es werden beispielsweise in den Schuppen abgelagert:

Einzelne Drusen bei *Alnus glutinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Rubus odoratus*, *Quercus Prinos*, *Staphylea pinnata*, *Paeonia arborea*, *Aesculus macrostachya*;

Zahlreiche Drusen *bei Rubus fruticosus*, *Cornus mas*, *Azalea*, *Rosa canina*, *Iuglans cinerea*, *Broussonetia papyrifera;*

Einzelkrystalle (klinorhombische) bei *Pirus Malus*, *Amelanchier*, *Fagus*, *Ulmus*, *Dioon edule;*

Zahlreiche Drusen und Einzelkrystalle zugleich bei einigen *Pirus*-Arten, *Ailantus*, *Corylus Avellana;*

Raphiden bei *Vitis vinifera* (Mikosch) und *Ampelopsis*.

Die Grösse der Drusen und Krystalle ist natürlich auch in verschiedenen Fällen verschieden; sehr kleine Drusen (oder besser „Gruppen" !) finden wir z. B. bei *Rubus fruticosus*, grosse bei *Rosa canina*, kleine Einzelkrystalle bei *Sassafras*, grosse bei *Ulmus campestris*, *Dioon edule*.

Die Gefässbündel.

Die Gefässbündel sind in allen Knospenschuppen schwach ausgebildet und können daher nur geringes Interesse beanspruchen. Mikosch hat ihre Elemente des Näheren aufgezählt, ich kann mich desshalb, wenigstens was ihren anatomischen Bau betrifft, kurz fassen. Der Holztheil ist natürlich stets der Innen-, der Siebtheil der Aussenseite der Schuppe zugekehrt; beide sind nur schwächlich ausgebildet, am besten wohl noch bei den *Aesculus*- und *Acer*-Arten, den *Rhodoraceen*, *Cycadeen* und einigen andern. Die Schuppen der Rosskastanie besitzen verhältnissmässig weite, stets deutlich erkennbare Siebröhren und ziemlich viele Bastfasern, welche die ganze Peripherie des Bündels einnehmen, aber nur einen schwachen Holztheil. Bei *Acer* besteht der Siebtheil aus Bastparenchym, wenigen Siebröhren und den schon erwähnten Secretschläuchen (Milchsaftröhren), welche an der Unterseite des Bündels verlaufen, während bei den *Rhodoraceen* auch Bastfasern vorhanden sind (aber natürlich keine Milchsaftröhren). Im Holztheil sind meist nur (ausser einigen Holzparenchymzellen) Ring- und Spiralgefässe anzutreffen, zur Bildung von Netzgefässen kommt es nur ausnahmsweise. Dass, wie Mikosch angiebt, „die dickwandigen Elemente des Phloëms bei *Broussonetia* als geschlossene Zellgruppe in der Mitte des Fibrovasalstranges erscheinen, kann ich wenigstens bei *B. papyrifera* nicht finden; vielmehr liegt hier der Siebtheil dem Gefässbündel seitlich an, ohne dass von ersterem übrigens noch viel nachweisbar wäre, und das Bündel

wird umgeben von collenchymatisch verdickten, aber nicht verholzten Elementen, die zum Grundgewebe gehören. Nirgends sind die Gefässbündel von einer Sklerenchymscheide umgeben. Eine scheinbare Ausnahme machen einige *Cupuliferen (Carpinus, Quercus, Fagus)* und *Hakea*-Arten, deren Bündel allerdings von Sklerenchymfasern umkleidet sind. Jedoch ist das nur im mittleren und oberen Theil der Schuppen der Fall, wo diese schliesslich ganz aus Sklerenchymelementen bestehen, im untersten Theil sind die Bündel auch hier ohne Scheide. Dagegen kommt es nicht selten vor, dass die Grundgewebszellen um die Gefässbündel herum collenchymatische Verdickung annehmen, wie das oben schon für *Broussonetia* erwähnt wurde und z. B. auch bei den *Acer*-Arten der Fall ist. Der Siebtheil scheint in den Bündeln der Knospenschuppen nach der Spitze hin früher zu endigen als der Holztheil, wenigstens vermochte ich von diesem stets länger Spuren nachzuweisen als von jenem; wo auch er aufhört bezeichnen meist noch einige gestreckte Zellen seine Fortsetzung.

Uebrigens habe ich keinen Fall auffinden können, wo die Gefässbündel den Knospenschuppen gänzlich gefehlt hätten. Allerdings hat Göbel bei ziemlich schwachen 10jährigen Exemplaren von *Abies pectinata D. C.* keine solchen mehr nachweisen können, doch sind sie oder wenigstens Rudimente von ihnen in starken Schuppen (wie Göbel es selbst für möglich hält) immer noch auffindbar, aber in der Regel nur im unteren Theil. Aehnliches gilt von den *Picea*-Arten. Bei *Pinus silvestris* kann man einzelne Tracheïden bis in die Mitte der Schuppe verfolgen, bei *Pinus austriaca* nach Göbel bis in den oberen Theil, doch gilt das nur für die unteren stärksten Schuppen. Auch bei manchen dicotylen Hölzern sind die Gefässbündel nicht nur schwach ausgebildet, sondern als rudimentär zu bezeichnen, so in den Schuppen von *Ailantus glandulosa*, wo sie meist erst bei Maceration des Gewebes sichtbar werden und aus ein oder zwei ganz winzig engen Gefässen bestehen. Das nämliche gilt von *Ulmus campestris*. Bei *Fagus silvatica* endigen die letzten Bündelausläufer an mittleren Schuppen allerdings erst gegen die Spitze hin, sie sind aber ausserordentlich dünn und bestehen schliesslich nur noch aus 2 oder 3 Elementen, während sie im unteren Theil ausser einigen Spiralgefässen auch noch Bastfasern besitzen. In den äusseren Schuppen sind sie weit rudimentärer.

Auch bei den Pappeln sind die Gefässbündel ausserordentlich schwach entwickelt und laufen selten über die Mitte der Schuppe hinaus nach oben. Mikosch scheint (er drückt sich an der betreffenden Stelle etwas unklar aus) zu glauben, dass die Sklerenchymfasern (von ihm Bastfasern genannt) von *Carpinus* (Fig. 23) und *Populus* zum Gefässbündel gehören und die übrigen Elemente desselben völlig verdrängt haben. Das ist aber nicht der Fall, vielmehr verlaufen die Sklerenchymstränge bei den Pappeln, wie ich früher schon erwähnt habe, und wie es Arechoug ganz richtig abbildet, zwischen den nur aus wenigen Elementen bestehenden Gefässbündeln, ohne mit ihnen in Berührung zu treten.

Ueber den Verlauf der Gefässbündel in den Knospenschuppen hat Göbel bereits Einiges mitgetheilt. Derselbe ist verschieden sowohl nach dem morphologischen Werth, den die betreffende Schuppe besitzt, als auch nach dem Grade der Umwandlung, den sie durchgemacht hat. Sind die Schuppen aus Stipulen hervorgegangen *(Quercus, Fagus* etc.) oder wirkliche Nebenblätter *(Liriodendron, Alnus glutinosa)*, so haben sie sich nur wenig oder im letzteren Falle nicht verändert, ausser dass sie etwas derber (Göbel) geworden sind; der Verlauf der ohnehin nur schwachen Gefässbündel ist daher auch der gleiche geblieben. Bei der ersten Gruppe verlaufen sie parallel in der Längsrichtung der Schuppe, ohne untereinander zu anastomosiren oder Zweige nach dem Rande zu senden. Anders liegt jedoch die Sache, wenn die Schuppen einen erweiterten Laubblattgrund oder ein auf einer mittleren Stufe der Entwicklung

stehen gebliebenes Laubblatt selbst darstellen. Im ersteren Falle können im Gefässbündelverlauf auch wieder Modificationen auftreten, je nachdem der Blattgrund behufs Ausbildung einer Schuppe bald mehr bald weniger umgebildet, erweitert worden ist. In geringerem Maasse ist das letztere stets bei den untersten Knospenschuppen im Gegensatz zu weiter innen stehenden der Fall. Aber auch bei verschiedenen Arten kann der Grad der Umbildung ein anderer sein. Nicht sehr bedeutend ist er z. B. bei den äusseren Schuppen der *Sorbus*-Arten. Hier treten nur drei von einander getrennte Gefässbündel in den Blattgrund ein und convergiren gleich von unten aus nach der Spitze zu, wo sie nun beim normal entwickelten Blatt in den Stiel, oder wenn ein solcher noch nicht angelegt, in die Spreite eintreten würden. Die weiter nach oben stehenden Schuppen sind grösser, in ihrem oberen Theil breiter, also mehr umgewandelt als jene; die nächste Folge davon ist, dass nach oben hin auch einige Gefässbündel mehr erscheinen, die sich seitlich an die ursprünglichen anlegen und nicht mehr nach der Spitze zu mit diesen convergiren, sondern gegen den Rand der Schuppe hin blind endigen. Weiter noch geht die Umbildung des Blattgrundes zur Schuppe bei *Aesculus* und Verwandten. Hier findet man die Gefässbündel in den alleruntersten, sehr kurz gebliebenen Schuppen gegen die Spitze hin auch convergirend; in den mittleren jedoch wenden sich die seitlichen Bündel allmählich von ihrer ursprünglichen Längsrichtung ab nach aussen, verzweigen sich nach dem Rande zu und endigen blind, während die mittleren (etwa 7) gerade bleiben und gegen die Spitze hin zusammenneigen. In den obersten, grössten und breitesten Schuppen endlich werden die Gefässbündel immer zahlreicher, die mittleren convergiren zwar auch noch nach der Spitze, die äusseren aber senden zahlreiche und untereinander vielfach anastomosirende Verzweigungen gegen den Rand.

Was schliesslich diejenigen Knospenschuppen betrifft, welche einer auf mittlerer Stufe der Entwickelung stehen gebliebenen Laubblattlamina entsprechen, so zeigen dieselben stets einen von dem bisher besprochenen durchaus verschiedenen Gefässbündelverlauf, und zwar etwa denselben, wie man ihn in jungen Laubblättern findet (wie Göbel bemerkt). Bei *Syringa* z. B. treten auch noch mehrere getrennte Bündel in die Schuppe ein, die äusseren wenden sich jedoch gleich nach links und rechts dem Rande derselben zu, sich verzweigend und miteinander in Verbindung tretend, um hier blind zu endigen, und nur das mittlere, in der Mediane stehende (welches zugleich das stärkste ist) verläuft in gerader Richtung durch die ganze Schuppe bis zur Spitze, indem es sich wie die Mittelrippe eines Laubblattes verzweigt.

In den Knospenschuppen der *Rhodoraceen*, welche auch zu dieser letzten Gruppe gehören, könnte es so scheinen, als ob der Bündelverlauf dem bei *Aesculus* ähnlicher sei als dem eben für *Syringa* beschriebenen; denn die Bündel verlaufen im unteren und mittleren Theile ziemlich parallel, und die äusseren biegen nicht gleich nach den Seiten aus. Sieht man aber genauer zu, so bemerkt man nicht nur, dass die mittleren hier nicht gegen die Spitze convergiren, sondern auch, dass das in der Mediane stehende bedeutend stärker ist, als die andern, dass nur sein Ende allein in die Spitze der Schuppe hineinläuft, und dass es sich ähnlich verzweigt, wie bei *Syringa*, nur dass die Seitenäste etwas spitzer nach oben verlaufen, weil sie zu mehr seitlicher Ausdehnung wegen der vielen andern Bündel keinen Raum finden.

II. Allgemeiner Ueberblick.

Ueberblicken wir mit Uebergehung alles Nebensächlichen den anatomischen Bau der Knospenschuppen im Ganzen, so werden wir uns leicht überzeugen, dass in demselben namentlich zwei Gesichtspunkte hervortreten, die ihn vollständig beherrschen: Einmal finden wir Einrichtungen, welche die Knospen augenscheinlich gegen die Aussenwelt völlig abschliessen sollen, und zweitens begegnen wir Vorkehrungen, welche die Festigkeit und Derbheit der einzelnen Schuppe sowohl, wie der ganzen Knospe zu erhöhen wohl geeignet erscheinen. Manche Vorrichtungen werden auch sowohl in jenem wie in diesem Sinne gedeutet werden müssen. Greifen wir zunächst aus unserer anatomischen Betrachtung alles das heraus, was sich auf den zweiten Punkt bezieht, so überzeugen wir uns leicht, dass im Bau der Knospen das mechanische Princip fast überall deutlich ausgeprägt ist. Die Epidermis besitzt vielfach starke Cuticularschichten, welche ihr eine sehr derbe Beschaffenheit verleihen; sie ist an äusseren Schuppen, wie schon Göbel bemerkt, in dem oberen und mittleren, nicht bedeckten Theil viel kräftiger gebaut als in dem unteren, wo sie von tiefer stehenden Schuppen bedeckt wird. Sie wird nicht nur öfters durch ein Periderm verstärkt, sondern noch viel allgemeiner dadurch, dass die unter ihr liegenden Gewebsschichten ihre Wände oft sehr beträchtlich verdicken. Es entstehen auf diese Weise bald Collenchymschichten, welche die Aussen- und Innenfläche der Schuppe einnehmen können, bald förmliche Panzer aus Sklerenchymelementen, welche als sehr resistente Bildungen dieselbe zu steifen vermögen, wie der Nagel die Fingerspitze. Die sehr grossen und doch ziemlich dünnen Schuppen (eigentlich Hochblätter) an den Blüthenknospen der *Rhodoraceen* würden gewiss sehr hinfällig sein, wenn sie ihres Panzers auf der Innenseite entrathen müssten. Und Aehnliches gilt von den sehr dünnen, aber durch ihre Sklerenchymelemente sehr dauerhaft gemachten Schuppen vieler *Cupuliferen*, *Coniferen* u. A. Nur durch das Vorhandensein des Sklerenchyms wird es hier ermöglicht, die Dicke der Knospenschuppen auf ein Minimum einzuschränken. Gewiss ist es in diesem Fall auch nicht ohne Bedeutung, dass die Sklerenchymelemente eine faserige Structur annehmen, denn ihr Gefüge wird dadurch natürlich ein festeres. Sehr bemerkenswerth erscheinen besonders die Einrichtungen, welche die *Magnolia*- und *Camellia*-Arten in ihren Schuppen besitzen. Diese sind verhältnissmässig dick und bedürfen daher einer Vorkehrung, welche verhindert, dass ihr wenig verdicktes parenchymatisches Gewebe zusammenschrumpft. Es sind deshalb bei *Magnolia* aus starken, ziemlich lang gestreckten Steinzellen förmliche Säulen oder Strebepfeiler aufgebaut, welche jenes senkrecht zur Schuppenoberfläche durchsetzen. Bei *Camellia* genügen zu diesem Zwecke einzelne Steinzellen, weil dieselben hier viel grösser sind, als dort; sie senden nach den Seiten parallel zur Schuppenoberfläche lange Verzweigungen aus, welche sich vielfach aneinander legen und gegenseitig stützen (Fig. 28). Dass das Vorhandensein dieser Steinzellen in grösserer Anzahl, namentlich für die äusseren Schuppen unbedingt nothwendig ist, dafür kann man bei *Magnolia* leicht einen Beleg finden; in der inneren der beiden hier vorhandenen Schuppen, welche schwächer als die äussere ist, sind normaler Weise auch weniger Steinzellen vorhanden als dort, sie stehen einzeln oder zu wenigen beisammen (Fig. 31) und besitzen nur schwache Wände. Geht aber die äussere Schuppe zeitig im Herbst verloren, was öfters vorkommt, so bilden sich in der inneren (wenn infolge dessen nicht die ganze Knospe vertrocknet) sofort Gruppen von mächtigen Steinzellen, die weit länger werden, als im normalen Falle und das Gewebe der nun auch dicker gewordenen Schuppe in seiner ganzen Breite fast durchsetzen.

Auch die sonst noch, wie wir gesehen haben, nicht selten in den Knospenschuppen in grosser Zahl vorkommenden Steinzellen dienen wesentlich dazu, dieselben derber und dauerhafter zu machen. Sie haben hier dieselbe Bedeutung wie in der älteren Rinde mancher Bäume, wo sie oft in grossen Massen liegen und wo sie, wie Tschirch (s. Citat in: Dr. M. Westermaier, Die wissenschaftlichen Arbeiten des botanischen Instituts der Königl. Universität zu Berlin in den ersten zehn Jahren seines Bestehens, S. 16) sich ausdrückt, „wie eingestreutes Glaspulver die Guttapercha", so die Rinde derber und resistenter gegen Druck von aussen oder innen machen. Bei den Knospenschuppen dürfte es hauptsächlich darauf ankommen, sie gegen Druck von aussen zu schützen, dem sie durch Aneinanderschlagen der Baum- und Strauchäste bei heftigem Wind und aus anderen Gründen gewiss häufig genug ausgesetzt sind.

Haben wir bisher nur die einzelne Knospenschuppe in's Auge gefasst und festgestellt, dass im Bau derselben eine mechanische Tendenz sehr scharf ausgeprägt ist, so wird es jetzt vielleicht nicht uninteressant sein, das von den Schuppen um den Vegatationspunkt gebildete Kleid als Ganzes einer ähnlichen Betrachtung zu unterwerfen und zu untersuchen, ob überhaupt und inwieweit auch dieses mechanisch gebaut ist. Wir werden aber zu diesem Zwecke weniger auf die im ersten Theil dieser Abhandlung gewonnenen Resultate zurückgreifen können, vielmehr auch die äussere Erscheinung der Knospenschuppen, ihr Grössenverhältniss zu einander, kurz einige morphologische Details in unsere Betrachtung hineinziehen müssen. An einer Knospe von der gewöhnlichen Form wie der der Linde, Buche, Pappel, des Ahorns, der Rosskastanie etc. kann man die Schuppen unterscheiden in untere, welche den Fuss derselben umgeben, aber nicht bis an die Spitze heranreichen, und obere, welche die zu schützenden Theile vollständig einhüllen. Die ersteren dienen wesentlich zur Unterstützung der letzteren; es ist solcherweise eine Art Arbeitstheilung eingetreten, und es wird dadurch erreicht, dass mit dem geringsten Materialaufwand der grösstmögliche Erfolg erzielt wird. Reichten die äusseren Schuppen z. B. bei *Acer*, *Syringa*, *Aesculus* immer bis an die Spitze der Knospe, so müsste dieselbe natürlich unförmlich und unnöthig voluminös werden, und würde dann möglicherweise dem gelegentlichen Abbrechen oder anderen Gefahren viel mehr ausgesetzt sein. Nun giebt es auf der andern Seite eine Anzahl von Fällen, in denen wirklich gleich das unterste Schuppenpaar die Knospe völlig einhüllt; dann ist dieses aber das einzige vorhandene, oder die innern treten doch sehr zurück *(Magnolia, Liriodendron, Acer striatum, Platanus)*.

Natürlich müssten Knospen mit so wenig Schuppen im Vergleich zu andern besser ausgestatteten im Nachtheil sein, wenn nicht an ihnen besondere Einrichtungen getroffen wären, um die fehlende Zahl der Schuppen zu ersetzen. In der That sind dergleichen auch vorhanden. Bei *Salix, Magnolia, Platanus*, wo die Schuppen aus Nebenblättern hervorgegangen sind, finden wir einen sehr dauerhaften Verschluss dadurch bewerkstelligt, dass dieselben an ihren Rändern zu einer ringsum über der Knospe gewölbten Tute verwachsen sind. Auch bei *Staphylea pinnata*, wo ebenfalls nur zwei Paar Schuppen vorhanden sind und das äussere Paar die Knospe ganz umhüllt, sind die Ränder des letzteren bis auf einen kleinen Rest an der Spitze mit einander verschmolzen, während das beim innern Paar nicht der Fall ist. Bei *Acer striatum* sind die Ränder des äusseren Schuppenpaares (es sind auch hier zwei Paar und nicht, wie Mikosch meint, nur eins vorhanden) mit weissen verholzten Haaren dicht besetzt, welche sich mit einander verfilzen und so einen ausserordentlich guten Verschluss herstellen helfen.

Zahl und Dicke der Knospenschuppen wechseln bei verschiedenen Arten in mannichfacher Weise, und man kann durchaus nicht sagen, dass beide allgemein in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen; *Pavia rubicunda* hat recht dicke Schuppen, obwohl diese Art in gut entwickelten Knospen deren

etwa 22 besitzt, während sehr viele andere Bäume bedeutend weniger und dünnere besitzen (*Sorbus aucuparia* hat 4, *Syringa* 6—10 etc.). In manchen Fällen stehen Dicke und Zahl aber doch zu einander in Beziehung. So haben die *Cupuliferen (Quercus, Fagus)* sehr dünne Knospenschuppen, aber auch mehr als die meisten anderen Laubbäume, nämlich 20—22. Namentlich aber sind hier manche Coniferen mit sehr dünnen Schuppen zu erwähnen: bei *Picea excelsa* kann man deren 90, bei *Pinus silvestris* über 100 und bei *Pinus austriaca* an grossen Knospen über 350 zählen. Diese enorme Zahl rührt daher, dass hier sämmtliche Schuppenblätter des nächstjährigen Triebes als Knospenschuppen verwendet werden können, weil sie bereits vollständig ausgebildet sind, während die in ihren Achseln stehenden Kurztriebe nur erst im embryonalen Zustande vorhanden sind.

Gestalt und Stellung der unteren Schuppen scheint mitunter auch nicht unwesentlich für das Bestehen der Knospe zu sein. Bei einigen Bäumen z. B. sind die Terminalknospen anders gebaut als die seitlichen. *Populus dilatata* hat in jenen 10—12 Schuppen, welche von allen Seiten ziemlich gleichmässig den Vegetationspunkt umhüllen. An den Seitenknospen dagegen sind nur 2 Paar vorhanden; das innere Paar umhüllt den jungen Trieb, von dem unteren Paar aber ist die äussere Schuppe besonders kräftig ausgebildet; sie legt sich schuhförmig um den Fuss der Knospe von aussen herum und drückt letztere gegen den Stengel, so dass sie demselben dicht angeschmiegt liegt und so aussieht, als wäre sie dorsiventral gebaut.

Zu den Einrichtungen, welche den Verschluss der Knospe gegen die Aussenwelt herstellen, müssen wir zunächst auch wieder die meist sehr derbe Epidermis der Aussenseite zählen, denn sie ist nicht nur dickwandig, sondern es fehlen auf ihr in der Regel auch alle Spaltöffnungen. Sehr häufig und besonders, wenn sie weniger kräftig gebaut ist, wird sie durch ein Periderm verstärkt oder von einem dichten Haarkleid überzogen, welches letztere in der Mehrzahl der Fälle allerdings schon im Herbst, an der Aussenseite wenigstens, verloren geht, an den weiter innen stehenden Schuppen indess meist erhalten bleibt und hier zum innigen Anschluss der einen an die andere nicht unwesentlich beiträgt. Am Rande der Schuppen finden sich mehrere verschiedene Verschlusseinrichtungen: Bald läuft derselbe in einen ganz dünnen ganzrandigen Saum aus, der sich meist so eng an die nächste Schuppe anlegt, dass man nur schwer (mit blossem Auge) zu erkennen vermag, wo er verläuft. Bald trägt er lappenartige (Fig. 39) oder wimpelförmige (Fig. 44) Fransen, welche nur aus einer Zelllage bestehen und eine Fortsetzung der Epidermis sind. Bei *Pinus silvestris* und anderen Arten erreichen dieselben eine beträchtliche Länge und greifen weit um benachbarte Schuppen herum. Oder (und zwar häufiger) der Rand der Knospenschuppen ist dicht mit Haaren bekleidet, welche jede Lücke auszufüllen geeignet sind und mitunter infolge beträchtlicher Länge weit um die Knospe sich herumlegen können (an den inneren Schuppen von *Fagus*). Auch Drüsenzotten kommen als Randbesatz vor (*Prunus Cerasus*, *Azalea*, *Sorbus torminalis*) und heften durch ihr Secret den Rand der einen Schuppe auf der Fläche der anderen sehr nachhaltig fest. Ueberhaupt ist diese Ausscheidung harziger Secrete ein weiteres sehr wichtiges Mittel für die Herstellung eines haltbaren Verschlusses an der Knospe; sie findet bald an bestimmten Stellen, bald auf der ganzen Oberfläche der Schuppen statt und wird entweder durch Drüsenzotten und Drüsenhaare oder durch die Thätigkeit der Epidermis selbst (*Populus*, *Coniferen*) bewirkt. Das secernirte Harz ergiesst sich bald auch äusserlich über die ganze Knospe (*Aesculus*, *Crataegus coccinea*) oder verkittet die Schuppen nur innerlich (*Populus*, *Sorbus*), stets aber so nachhaltig, dass bei unvorsichtigem Oeffnen der Knospe die Schuppen viel eher zerreissen, als sich von einander loslösen lassen.

G e s t a l t und L a g e der Schuppen sind schliesslich auch nicht unwesentlich. Gewöhnlich werden, um nur Einzelnes hervorzuheben, nach dem Innern der Knospe zu die Schuppen bis zu einer gewissen Grenze grösser, so dass sie hier weiter um dieselbe herumzugreifen vermögen als aussen. Dadurch wird es ermöglicht, dass ihre Ränder sich mehr oder weniger übereinander legen, ja sogar, dass jede einzelne das Innere vollständig umhüllen kann *(Sorbus, Carya).* Hierbei können die verschiedensten Variationen auftreten: Bald liegt, von aussen betrachtet, der rechte Saum über dem linken der folgenden Schuppe *(Aesculus)*, bald ist es umgekehrt *(Quercus)*, bald legen sich beide Ränder über die der gegenüberstehenden Schuppe (*Paeonia arborea, Tilia* etc.), oder die Spitze derselben ist tütenförmig zusammengedreht, (*Sorbus, Carya*, innere Schuppen), wodurch die Knospe öfters spitz wird; oder der obere Theil legt sich kapuzenförmig über dieselbe herüber, wodurch die Knospe eine mehr rundliche Form annimmt (innere Schuppen von *Sorbus torminalis, Abies pectinata)* und ausserordentlich gut verschlossen wird. Manche dieser vorzugsweise dem Verschluss dienenden Einrichtungen werden, wie schon oben gesagt, auch zu einer dauerhaften und festen Construction der Knospe beitragen müssen, wie das ja in der Natur der Sache liegt. Z. B. wäre in dieser Hinsicht das Uebereinandergreifen der Schuppenränder und der Umstand zu erwähnen, dass die Schuppen meist lückenlos aufeinanderliegen.

Wie wir sehen, besitzen die Knospenschuppen und Knospen nicht nur einen sehr festen Bau, sondern auch Einrichtungen, welche geeignet sind, einen ich möchte sagen hermetischen Abschluss des von ihnen überdeckten Vegetationspunktes gegen die Aussenwelt zu bewirken. Und fügen wir noch hinzu, was die Knospenschuppen (die doch Blattbildungen sind!) n i c h t besitzen — kein Assimilationsgewebe, keinen Spaltöffnungsapparat, kein wohlverzweigtes und gut ausgebildetes Gefässbündelsystem, so haben wir die Eigenthümlichkeiten ihres Baues der Hauptsache nach charakterisirt.

Zum Schluss sei es mir gestattet, auf die interessante Thatsache hinzuweisen, dass an manchen Zwiebeln sich ganz ähnliche Einrichtungen finden, wie wir sie an den Winterknospen und deren Schuppen kennen gelernt haben. F. H i l d e b r a n d hat nämlich gezeigt (und neuerdings F. v o n T a v e l, „Die mechanischen Schutzvorrichtungen der Zwiebeln“ in: Ber. der Deutsch. bot. Gesellsch. 1887, der die H i l d e b r a n d'sche Arbeit über die Oxalisarten nicht zu kennen scheint), dass an den Zwiebeln der zwiebeligen südamerikanischen Oxalisarten die Nährschuppen nach aussen hin allmählich in Schutzschuppen übergehen, und dass bei den südafrikanischen Arten „die sehr fleischigen Nährschuppen von wenigen verhältnissmässig dünnen Schutzschuppen fest eingehüllt werden.“ Die Beschreibung, welche der Verfasser von dem Bau der letzteren giebt, lässt sich nun theilweise wörtlich auf die Knospenschuppen übertragen. Unter der Epidermis der Schutzschuppen, welche ebenso wie die Knospenschuppen nicht als Reservestoffbehälter dienen, sondern nur vorübergehend Stärke führen, liegt u. A. bei *Oxalis variabilis* eine mächtige „Hartschicht“ langgestreckter stark verdickter Zellen, welche ebenso wie bei *Rhododendron* etc. zur Festigung der Schuppe ganz wesentlich beiträgt.

Bei manchen Arten ferner, und zwar bei solchen, welche starker Austrocknung ausgesetzt sind, sind auf den Schuppen harzabsondernde Haare vorhanden, vermittels deren dieselben mehr oder weniger fest unter einander verklebt werden. Die amerikanischen Oxalisarten, denen die Hartschichten im Innern und auch die Harzhaare fehlen, besitzen seidige Haare, „welche theils die Innenseite der Schuppe bekleiden, theils, am Rande sitzend, den Rand der einen Schuppe auf die folgende dicht anschmiegen.“ Ganz wie es häufig auch bei den Knospenschuppen der Fall ist. Ferner fehlen den Schutzschuppen (und allerdings auch den Nährschuppen), genau wie dort, im Allgemeinen die Spaltöffnungen, und von den Gefässbündeln

sind nur schwache Andeutungen mit ganz dünnen Elementen vorhanden. Ja, bei einigen Oxalisarten verwachsen sogar wie bei manchen Knospen *(Salix, Platanus, Staphylea)* die Ränder der Schutzschuppen theilweise miteinander, oder sie sind „kapuzenartig gestaltet, so dass bei der Ineinanderschachtelung dieser Spitzen die Zwiebel gegen Verdunstung“ (und, wie gleich nachher bemerkt wird, gegen das Eindringen von Feuchtigkeit von oben her) „aus ihrem fleischigen Innern gesichert ist.“ Der gleiche Doppelzweck wird bei den Knospenschuppen durch ganz analoge Einrichtungen erreicht, und es ist jedenfalls bemerkenswerth, dass so verschiedene Organe, wie Knospe und Zwiebel, doch in vielen die allgemeine Festigkeit und den Abschluss gegen die Aussenwelt bezweckenden und bedingenden Einrichtungen eine so grosse Uebereinstimmung zeigen.

Anhang.

Anhangsweise möchte ich hier noch auf zwei Punkte kurz eingehen, für deren Erörterung sich bisher eine passende Gelegenheit nicht finden wollte. Grüss bringt den anatomischen Bau und die Anordnung der Schuppen in der Knospe mit den klimatischen Verhältnissen des Standorts in die allernächste Beziehung. Er erklärt ohne Besinnen das eine aus dem andern. Er sagt, „dass die Roth- und Weisstannen bei der Erzeugung und Ausbildung ihrer Knospenschuppen den klimatischen Verhältnissen ihres Standorts angepasst sind.“ Und das Gleiche gilt seiner Meinung nach für alle übrigen von ihm untersuchten Coniferen. Die Ausbildung der Knospenschuppen soll mit der herrschenden Winterkälte etwa gleichen Schritt halten. Das ist doch wohl eine etwas gewagte Behauptung! Zunächst sind mittlere Wintertemperaturen und hohe Kältegrade noch lange nicht der Ausdruck des Klimas einer Gegend, sondern nur zwei von den vielen Factoren, welche in summa das ausmachen, was man Klima nennt. Und die Pflanzen sind auch nicht blos vom Thermometer, von Wärme und Kälte abhängig, sondern eben so gut von der Luftfeuchtigkeit, von der Vegetationsdauer etc.

Wenn Grüss behauptet, dass *Pinus silvestris* (deren Grundparenchym nach ihm nur aus dünnwandigen Elementen bestehen soll — man vergleiche dazu Fig. 19 dieser Arbeit) im europäischen Waldgebiet die Ebene bewohnt, so ist das eben einfach nicht richtig, denn man findet die Waldkiefer ebensowohl in der Sierra Nevada bei etwa 2000 m Meereshöhe (nach Grisebach bei 6500 Fuss) wie im süddeutschen Mittelgebirge (Schwarzwald) und der nordostdeutschen Tiefebene, als auch in Skandinavien bis in die Nähe des Nordcaps. Wenn nun auch das Klima in jeder der genannten Gegenden der Waldkiefer zusagt, so wird man daraus doch nicht ernstlich folgern wollen, dass dasselbe nun auch überall ganz gleich sei. Bewohnt aber die Waldkiefer verschiedene Klimate (und sie ist den Forstleuten in der That als „klimavag“ bekannt), so kann sie durch den anatomischen Bau ihrer Knospenschuppen doch nicht an ein ganz bestimmtes Klima gebunden sein! *Pinus laricio*, welche nach Grüss viel besser ausgerüstet ist, was den anatomischen Bau ihrer Schuppen betrifft, geht in ihrer natürlichen Verbreitung kaum über den Breitengrad von Wien nach Norden hinaus. Und doch müsste sie in Folge der Beschaffenheit ihrer Knospenschuppen weiter nach Norden gehen können als die Waldkiefer. Warum erreicht sie nun aber ihre Polargrenze schon bei Wien? Weil die Anforderungen, welche sie an das Klima stellt, eben nicht oder nicht allein in dem anatomischen Bau der Schuppen ihren Ausdruck finden.

Grüss hebt einige Tannen *(Abies sibirica Ledeb.* und *nobilis Lindl.)* und *Pinus Mughus* hervor, welche sich durch starke Harzausscheidung, durch Bildung eines Harzmantels um die Knospen, gegen das rauhe Klima schützen sollen, in welchem sie leben. Nun findet man aber auch bei *Pinus silvestris* und *laricio* oft eine enorme Harzabsonderung auf den Knospen und zwar meist an üppigen Trieben, was sehr erklärlich; denn wo viel Nahrung vorhanden ist, wo starke Blätter, starke Triebe erzeugt werden, wird natürlich auch mehr Material zur Bildung von Harz überschüssig sein als bei spärlicher Vegetation. Es ist also garnicht sicher, ob die Harzabsonderung der oben genannten Tannen nnd der Krummholzkiefer ihre Ursache im Klima der von ihnen bewohnten Gebiete hat.

Aehnliche Einwendungen liessen sich gegen die Grüss'sche Beweisführung noch in grosser Menge machen. Aber man sieht schon aus dem Angeführten, dass dieselbe auf sehr unsicheren Voraussetzungen beruht und zu entschieden falschen Resultaten führt. Wollte man das Grüss'sche Verfahren auf die Laubhölzer anwenden, so käme man geradezu zu Ungeheuerlichkeiten. Die Schuppen der Rhodoraceen zeigen im Ganzen einen sehr ähnlichen Bau (Fig. 20—23 und 42); aber es sind trotzdem Verschiedenheiten vorhanden, wie ein Blick auf die Figuren zeigt. Ich würde jedoch nicht wagen, diese Unterschiede durch die verschiedenen klimatischen Bedingungen ihrer resp. Verbreitungsbezirke erklären zu wollen. Oder dürfte man aus der grossen anatomischen Aehnlichkeit folgern, dass die bewohnten Klimate auch sehr ähnliche seien? *Ledum palustre* ist auf den Mooren und Sümpfen Nord- (d. h. also auch in ganz Norddeutschland) und Osteuropa's (nach Grisebach) zu Hause, und die *Azalea-* und *Rhododendron-*Arten sind alpine Pflanzen nicht nur in den Alpen, sondern auch im Himalaya etc., bewohnen also Gegenden, die das Klima Norddeutschlands nicht besitzen, denn dies ist glücklicherweise nicht alpin.

Soweit der erste Punkt. Der zweite betrifft eine Behauptung Cadura's. Derselbe erklärt nämlich den mechanischen Bau der Knospenschuppen dadurch, dass er sagt, dieselben müssen mechanisch so construirt sein, dass sie das allzufrühe Austreiben der Knospen „an der Schwelle des Frühlings" hintanzuhalten im Stande sind, dass sie einen hohen Druck von innen zu ertragen vermögen, dass sie „dem schwellenden Turgor einen energischen Widerstand" entgegensetzen können. Schliesslich aber, so meint er, sprengt „der mächtige Turgor das starke Widerlager der Tegmente." Ich vermag nicht einzusehen, wie man im Ernst eine solche Behauptung aussprechen kann. Wenn die Schuppen dem Turgor wirklich solchen Widerstand leisteten, so müssten die jungen Triebe, statt sich normal zu entfalten, oft genug, z. B. bei ausnahmsweise zeitig eintretender dauernd warmer Witterung, zwischen Turgor und Knospenschuppen zerquetscht oder doch deformirt werden. Das hat man aber noch niemals gesehen. Indessen gesetzt den Fall, der Turgor, der Saftdruck, welcher in dem allseits hermetisch verschlossenen blattlosen Baum doch nur von den Wurzeln aus wirken kann, sei factisch die causa movens, welche schliesslich die Knospenschuppen „sprengt", so müssten doch an jedem Baum zuerst die untersten Knospen aufbrechen, weil hier der Saftdruck zuerst wirken muss. Thatsächlich aber öffnen sich bei den allermeisten Holzgewächsen (unserer Zone) zuerst die Endknospen der Triebe und später die tiefer stehenden und zwar an dem einzelnen Zweig der Regel nach um so später, je tiefer sie stehen, wie man aus Fig. 40 ersieht *(Tilia grandifolia).* Wenn die Ansicht Cadura's richtig wäre, so könnten die Polarweiden nicht schon blühen, wenn der Erdboden, in dem sie wurzeln, oft noch hart gefroren ist (nach Grisebach), sondern sie müssten auf den Turgor warten, der doch auch hier nur von den Wurzeln aus wirken kann.

Dass die Knospenschuppen sich nicht durch Druck von innen nach längerem Widerstande öffnen, kann man überall im Frühjahr beobachten. Bekanntlich sind sie nicht in einer Ebene inserirt, sondern sie

stehen, wenn auch sehr dicht, in verschiedener Weise übereinander, an dem untersten Theil des nächstjährigen Triebes. Die Axe des letzteren, die in den Knospen oft über 2 cm lang sein kann *(Fagus)* und bis zu ihrem Grunde natürlich aus meristematischem Gewebe besteht, streckt sich zu gegebener Zeit in die Länge; dadurch werden die Internodien zwischen den Schuppen auch verlängert, und ihre Insertionsstellen rücken auseinander. Zugleich wächst aber die Axe auch in die Dicke und zwar auch von unten nach oben, so dass zuerst die unteren und später auch die höher stehenden Schuppen eine — wenn ich so sagen darf — ganz willenlose Seitenbewegung machen müssen, sie werden auseinandergeschoben und der Vegetationspunkt wird dadurch frei. Und schliesslich gehen an den Schuppen selbst noch Wachsthumsveränderungen vor sich. Die untere Region an der Innenseite der Schuppen nämlich bleibt meist bis zum Frühling in solchem Zustande, dass sich ihre Zellen dann noch zu strecken vermögen. Wenn aber die Innenseite sich streckt, und die Aussenseite nicht, so müssen sich die Schuppen nothwendig, wie sie sich früher über der Knospe zusammenneigten, jetzt mit ihren Spitzen nach aussen wenden, was man im Frühling in der That an jeder Rosskastanie sehen kann.

Dass endlich die Knospenschuppen nicht im Stande sind, ein verfrühtes Austreiben des von ihnen umschlossenen jungen Triebes zu verhindern, kann man im Herbst und in milden Wintern oft genug constatiren; *Daphne* und *Forsythia* blühen oft schon im Herbst, und andere Sträucher entwickeln bei milder Witterung auch während der ungünstigen Jahreszeit junge Triebe und Blätter *(Evonymus, Spiraea, Syringa)*, ohne dass sie sich durch ihre Knospenschuppen daran verhindern liessen.

Die Ansicht Cadura's über die Bedeutung der mechanischen Construction der Knospenschuppen ist deshalb zurückzuweisen. Die letztere erklärt sich viel ungezwungener, wenn man bedenkt, dass manche Knospenschuppen 8—9 Monate, die meisten aber doch 5—7 Monate functionsfähig bleiben müssen, und dass sie schon deshalb Einrichtungen besitzen müssen, welche ihre allgemeine Festigkeit und Dauerhaftigkeit aufs erfolgreichste zu erhöhen geeignet sind.

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Figuren 1—17.

Fig. 1. *Viscum album*, Querschnitt durch die äussere Epidermis einer Knospenschuppe. Vg. 415. Starke Verdickung der Aussenwände.

Fig. 2. *Salix Caprea*, desgl. Vg. 415. Starke Verdickung der Aussenwände, welche keilförmig auf die Seitenwände übergreift.

Fig. 3. *Pirus Malus*, desgl. Starke Verdickung der Aussen- und des oberen Theils der Seitenwände. Altes Zelllumen z. Th. noch als enger Canal sichtbar. Bei *a* ein Riss in der Cuticularschicht. Vg. 415.

Fig. 4. *Sorbus Aria*, desgl. Starke Verdickung der Aussenwände, geht z. Th. auf die Seitenwände über. Unter der Epidermis liegt Collenchym, bei *m* eine in der Ebene des Schnittes liegende Zellwand mit Spaltentüpfeln. Vg. 415.

Fig. 5. *Acer striatum*, desgl. Starke Verdickung der Aussenwände, wulstartig in das Lumen einspringend; unter der Epidermis Collenchym. Vg. 415.

Fig. 6. *Populus dilatata*, Querschnitt durch die innere (obere) Epidermis, welche Harz secernirt. Endflächen der Zellen unter der Cuticula abgerundet. Vg. 415.

Fig. 7. *Pinus silvestris*, optischer Tangentialschnitt durch die Epidermis der Unterseite, Zellen in der Längsrichtung der Schuppe gestreckt, die hellen Linien sind die Fortsetzung der bei *a*, *b* und *c* etc. in den Querwänden durchschnittenen spaltenförmigen Tüpfel in den inneren Wänden der Epidermiszellen, undeutlich contourirt erscheinend, weil unter der Bildfläche liegend. Ursprüngliche Zellwand zum Theil undulirt. Vg. 415.

Fig. 8, 9 und 10. *Abies pectinata*, Querschnitte durch die äussere Epidermis, 9 aus dem unteren, 10 aus dem mittleren, 11 aus dem oberen Theil einer Schuppe. Die Verdickung greift nach oben successive auf die inneren Zellwände der Oberhaut über. Vg. etwa 400.

Fig. 11. *Sorbus americana*, Querschnitt durch den äusseren Theil einer Knospenschuppe. *u* Epidermis der Unterseite mit starker Verdickung der Aussenwand, welche mehrere Risse zeigt (*r*), *c* Collenchymschicht, *p* verdicktes Parenchym, auf der Grenze zwischen beiden Krystallgruppen abgelagert. Vg. 415.

Fig. 12, 13 und 14. *Abies pectinata*, Querschnitte durch die innere Epidermis einer Schuppe, 13 aus dem unteren, 14 aus dem mittleren, 15 aus dem oberen Theil, in letzterem das innere Gewebe zusammengedrückt. Die Epidermis besteht aus Harz secernirenden Zellen mit nach aussen abgerundeten Wänden. Vg. etwa 400.

Fig. 15 und 16. *Picea excelsa*, Querschnitte aus einer Knospenschuppe, 15 aus dem oberen, 16 aus dem unteren Theil, letzterer durch die ganze Schuppe, ersterer nur durch die äussere sklerotisirte Partie, *u* Unterseite, *o* Oberseite. Vg. 180.

Fig. 17. *Cornus mas*, Querschnitt durch die innere Partie einer Blüthenknospenschuppe, *o* Oberseite, darunter Collenchym mit vorwiegender Verdickung der tangentialen Wände. Vg. 180.

Tafel II.

Figuren 18—25.

Fig. 18. *Sorbus aucuparia*, Längsschnitt durch den peripheren Theil einer Drüsenzotte. *c* durch Secret abgehobene Cuticula, *s* secernirende Epidermis, deren Zellen oben abgerundet, *z* zuleitende Zellen. Vg. 415.

Fig. 19. *Pinus silvestris*, Querschnitt durch eine untere Knospenschuppe, *u* Unter-, *o* Oberseite. Vg. 415.

Fig. 20. *Ledum palustre*, Querschnitt durch die innere Partie einer Knospenschuppe in mittlerer Höhe, *o* Oberseite. *a* durch Vertrocknen von Zellwänden entstandene Luftlücke. Unter der Oberhaut der Sklerenchympanzer. Vg. 415.

Fig. 21. *Azalea pontica*, Querschnitt durch die innere Partie des mittleren Theiles einer Knospenschuppe. *o* Oberseite, darunter der Sklerenchympanzer. Vg. 330.

Fig. 22. *Rhododendron davuricum*, Querschnitt durch den mittleren Theil einer Knospenschuppe, *o* Ober-, *u* Unterseite. Unter der Oberseite der Sklerenchympanzer, im Innern Gruppen von Sklerenchymelementen. An der Unterseite schwache Collenchymschicht. Vg. 115.

Fig. 23. *Carpinus Betulus*, Querschnitt durch den mittleren Theil einer äusseren Schuppe. *u* Unter-, *o* Oberseite, *s* Panzer von Sklerenchymfasern, im Innern mit zwei schwachen Gefässbündeln. Vg. 180.

Fig. 24. *Rhododendron davuricum*, isolirte Steinzelle aus dem Sklerenchympanzer mit gelenkkopfartigen Fortsätzen. Vg. etwa 300.

Fig. 25. *Azalea grandiflora*, Querschnitt aus dem mittleren Theil einer Knospenschuppe. *o* Oberseite, *u* Unterseite. Unter der Epidermis der Oberseite der Sklerenchympanzer, *c* lysigene, *i* schizogene Luftlücken. Vg. 330.

Tafel III.

Figuren 26 — 33.

Fig. 26. *Camellia japonica*, Längsschnitt durch eine äussere Blüthenknospenschuppe. *u* Unter-, *o* Oberseite. Die Steinzellen im Innern, deren Hauptkörper senkrecht zur Schuppenoberfläche steht, mit Phloroglucin und Salzsäure roth gefärbt. Bei *a* querdurchschnittene Seitenäste anderer Steinzellen. Vg. 115.

Fig. 27. *Camellia japonica*, Querschnitt durch eine äussere Knospenschuppe einer Blüthe. *u* Unter-, *o* Oberseite, sonst wie vor. Vg. 180.

Fig. 28. *Camellia japonica*, Flächenschnitt aus einer äusseren Blüthenknospenschuppe. Die Hauptkörper *m* der Steinzellen, welche senkrecht zur Fläche stehen, quer durchschnitten. Die in Fig. 30 und 31 quer durchschnittenen Seitenäste erscheinen hier in ihrer ganzen Ausdehnung. Vg. 115.

Fig. 29. *Magnolia grandiflora*, Querschnitt durch eine äussere Schuppe, *u* Unter-, *o* Oberseite. Im Innern langgestreckte Steinzellen mit zur Fläche der Schuppe senkrechter Anordnung. Zone bei *i i* dunkelbraun gefärbt. Vg. 115.

Fig. 30. *Magnolia grandiflora*, Flächenschnitt aus einer äusseren Knospenschuppe. Die in Fig. 29 senkrecht zur Fläche der Schuppe angeordneten Steinzellen sind hier quer durchschnitten. Vg. 115.

Fig. 31. *Magnolia acuminata*, Querschnitt durch eine innere Knospenschuppe mit einzelnen senkrecht zur Fläche der Schuppe stehenden Steinzellen. Vg. 180.

Fig. 32. *Sorbus aucuparia*, das obere Ende einer Colletere, *c* abgehobene Cuticula, *a* secernirende Epidermiszellen, aussen abgerundet, *b* axiler Strang der zuleitenden Zellen. Vg. 180.

Fig. 33. *Raphiolepis ovata*, Querschnitt einer Drüsenzotte von der Innenseite der Schuppe, *b* zuleitender Strang, *a* secernirende Epidermis, deren Zellen hier stärker gestreckt sind als bei *Sorbus aucuparia* (Fig. 32). Vg. 180.

Tafel IV.

Figuren 34 — 39.

Fig. 34. *Camphora officinalis*, Querschnitt durch eine äussere Knospenschuppe. *u* Unter-, *o* Oberseite. Die Steinzellen in verschiedener Anordnung, bald senkrecht durchschnitten, bald in der Fläche des Schnittes liegend, *se* isodiametrische Secretbehälter. Vg. 180.

Fig. 35. *Dioon edule*, Querschnitt durch den peripheren Theil einer Knospenschuppe von der Innenseite derselben. *o* Epidermis der Ober-(Innen-)seite, *c* Bastfasern, *k* Korkschicht, *kc* Korkcambium, *f* inneres Parenchym. Vg. 180.

Fig. 36. *Cycas revoluta*, Querschnitt durch den peripheren Theil der Innenseite einer Knospenschuppe, *s* rudimentäre Spaltöffnung, *c* Bastfaserzone. Vg. 180.

Fig. 37. *Encephalartos horridus*, Querschnitt durch den peripheren Theil einer Knospenschuppe. Epidermis und $^2/_3$ des Korkperiderms weggelassen. *K* Kork, *p* Parenchym, *kc* Korkcambium, *cc* Sklerenchymfaserbündel. Vg. 180.

Fig. 38. *Liriodendron tulipifera*, Querschnitt durch ein die Stelle der Knospenschuppe vertretendes Nebenblatt. *o* Ober- *u* Unterseite, *se* isodiametrische Secretbehälter. Vg. 180.

Fig. 39. *Staphylea pinnata*, gefranster Saum einer inneren Knospenschuppe, Fransen nur eine Zelllage dick. Vg. 180.

Tafel V.

Figuren 40 — 46.

Fig. 40. *Tilia grandifolia*, austreibender Zweig, die oberste Knospe am frühesten, die weiter zurückstehenden successive später austreibend. Natürliche Grösse.

Fig. 41. *Populus alba*, durch Kochen in Kalilauge isolirte Sklerenchymelemente aus den Sklerenchymsträngen, die hier zwischen den Gefässbündeln verlaufen, *a* und *b* weberschiffchenartig aus dem Innern des Stranges, *c* aus der Peripherie desselben. Vg. etwa 300.

Fig. 42. *Ledum palustre*, Querschnitt einer Blüthenknospenschuppe, *o* Ober-, *u* Unterseite, *c* Sklerenchympanzer, *l* durch Vertrocknen von Zellgruppen entstehende Lufträume, *d* Drüsenhaar, *e e* Stiele abgeschnittener Drüsenhaare, *g* mittleres Gefässbündel. Vg. 115.

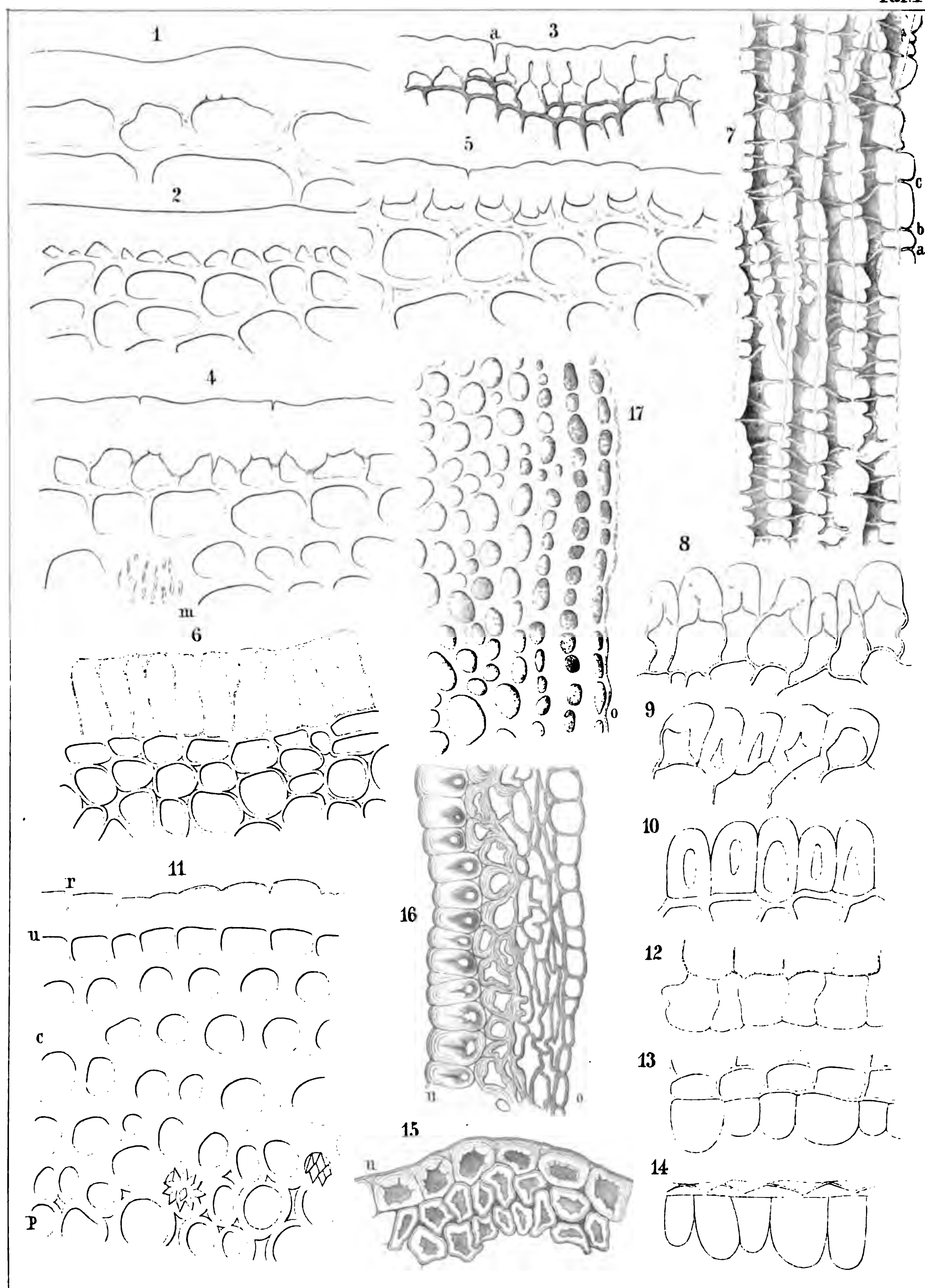
Fig. 43. *Azalea pontica*, isolirte Steinzellen aus dem Panzer an der Innenseite der Schuppe mit fingerartigen Fortsätzen. Vg. etwa 300.

Fig. 44. *Pinus silvestris*, äussere Knospenschuppe mit wimpelartig gefranstem Saum. Vg. 8.

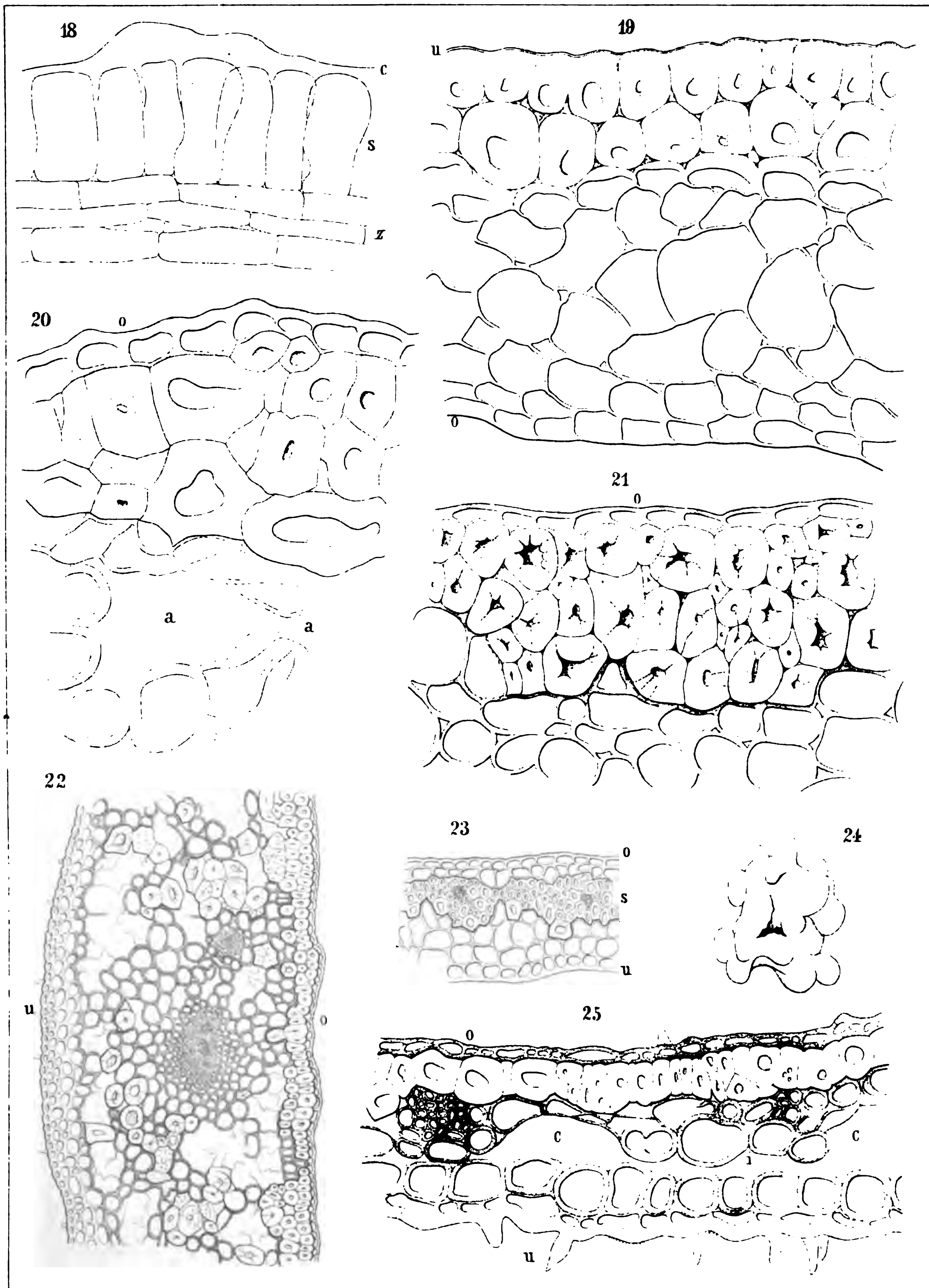
Fig. 45. *Platanus orientalis*, Querschnitt durch eine äussere Knospenschuppe. *u* Unterseite, Epidermis der Oberseite fortgelassen. *c* durch Zugrundegehen von Zellgruppen entstehende Luftlücken, *a* Steinzellen, *h* durch dunkleren Ton bezeichnete Stellen im Parenchym, welche sich mit Phloroglucin und Salzsäure roth färben. Vg. 115.

Fig. 46. *Platanus orientalis*, Längsschnitt durch eine äussere Knospenschuppe, *u* Unter-, *o* Oberseite, *c* und *a* wie in Fig. 45. Vg. 115.

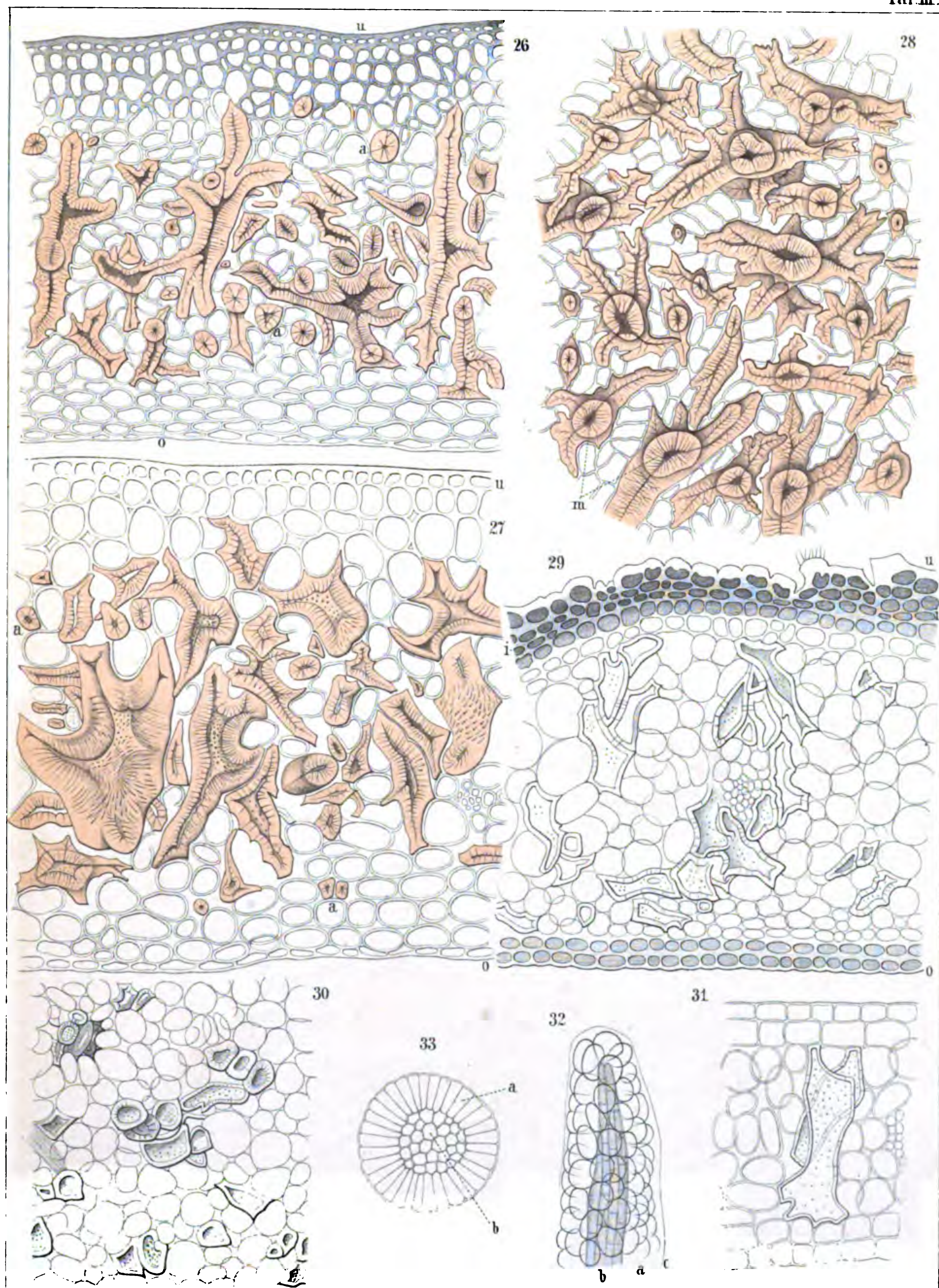
Taf. I.



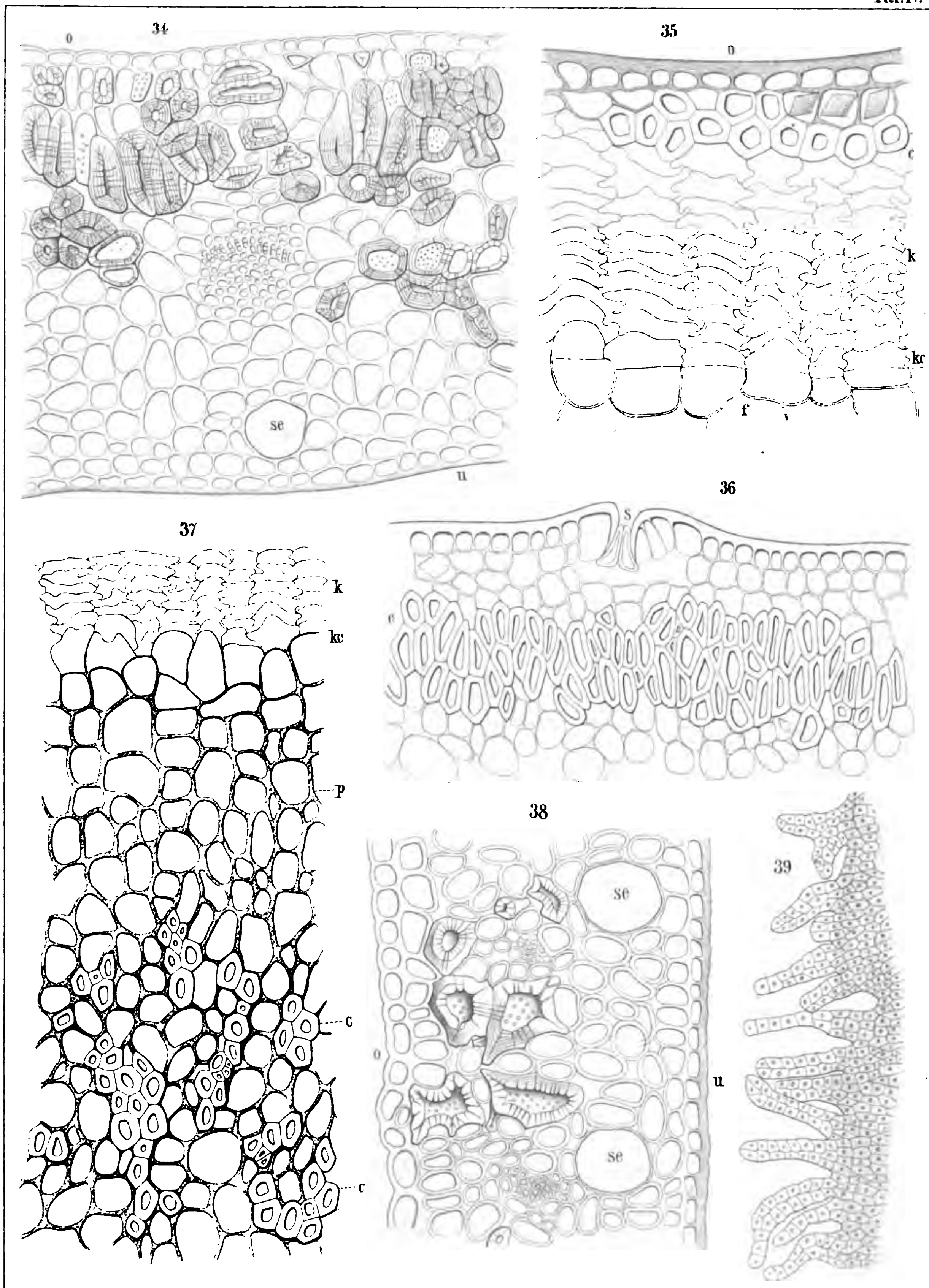
Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel



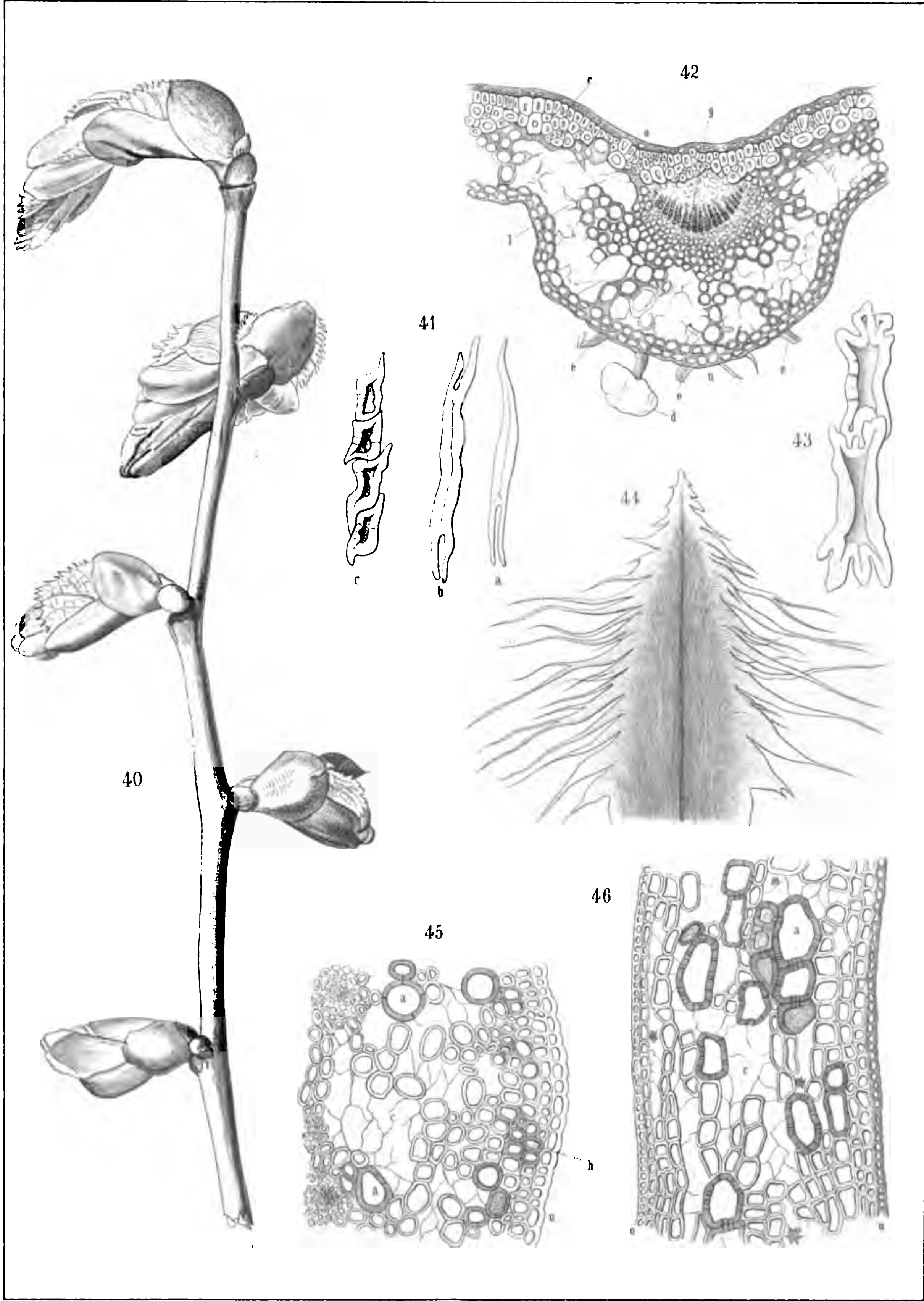
Artist. Anst v Th Fischer, Cassel



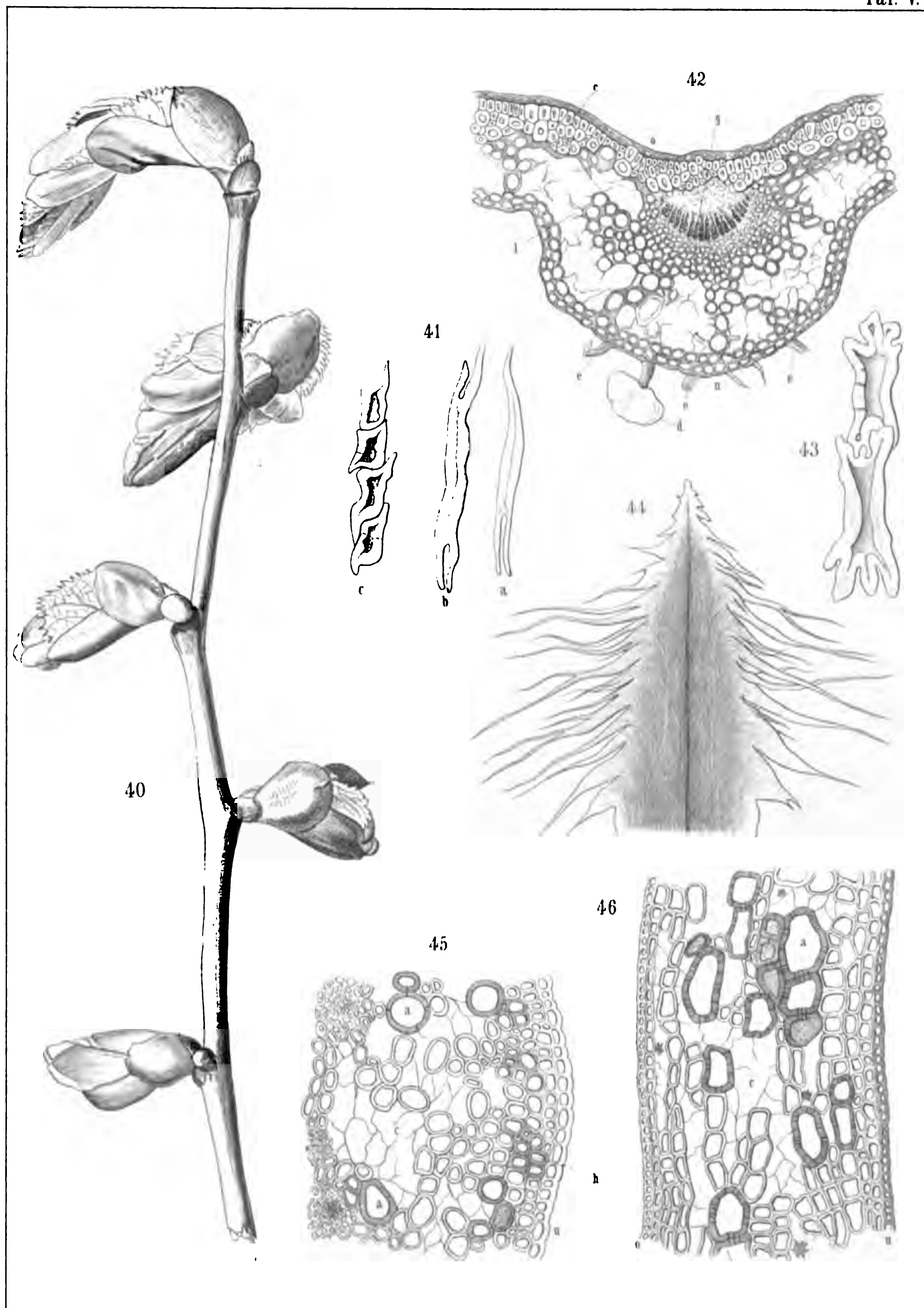
Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel.



Artist. Anst v Th Fischer, Cassel.



Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel



Artist Anst. v. Th. Fischer, Cassel

Verlag von **Theodor Fischer** in Cassel.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Dr. F. H. Haenlein und **Prof. Dr. Chr. Luerssen**

Freiberg (Sachsen). **Königsberg i./Pr.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenk, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige ne[illegible]rde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. A.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.

Ferner haben Beiträge in Aussicht gestellt die Herren:

Prof. Dr. **A. B. Frank** in Berlin, Prof. Dr. **L. Kny** in Berlin, Geh. Rath Prof. Dr. **Jul. Kühn** in Halle a/S., Prof. Dr. **F. Ludwig** in Greiz, Prof. Dr. **Russow** in Dorpat u. A.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

In gleichem Verlag erschien:

Dr. Arnold Dodel-Port,

Biologische Fragmente.

Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pflanzen.

Folio cart. Mark 36.—

Druck von Friedr. Scheel, Cassel



